

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA DE SISTEMAS

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO DE SISTEMAS

**TEMA:
IMPLEMENTACIÓN DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA BASADA EN
PROTOCOLOS DE INTERNET UTILIZANDO ELASTIX COMO SERVIDOR
DE COMUNICACIONES UNIFICADO EN LA EMPRESA SAMASAT**

**AUTOR:
XAVIER FERNANDO SARZOSA URQUIZO**

**DIRECTOR:
JOSÉ LUIS AGUAYO MORALES**

Quito, junio del 2014

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Xavier Fernando Sarzosa Urquiza

C.C. 1721636106

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi familia, quienes han sido el pilar principal en mi vida, comenzando con Xavier, mi padre quien me enseñó el valor del esfuerzo, mi madre Marcia, quien con mano suave y firme me guía por el mejor camino, a mis hermanos Daniel Y Felipe, que gracias a ellos aprendí el valor de la amistad.

AGRADECIMIENTO

Para agradecer faltan palabras, se pueden olvidar nombres y por tal razón trataré de englobar en palabras cortas la gratitud que llevo a mis maestros y maestras quienes supieron impartir su conocimiento sobre mí y ahora más que maestros considero amigos y mentores. A esta noble institución que me abrió sus puertas para convertirme en una persona útil del maravilloso país Ecuador, en el que vivimos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
ESTUDIO SITUACIONAL.....	2
1.1 La empresa.....	2
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	4
1.2 Situación actual.....	4
1.3 Estado de la red.....	5
1.4 Marco teórico.....	5
1.4.1 Telefonía.....	5
1.4.2 Central telefónica pública.....	6
1.4.3 Telefonía IP.	6
1.4.4 SIP.	6
1.4.5 PBX.	7
1.4.6 PSTN.	7
1.4.7 E1.	7
1.4.8 Softphone.	7
1.4.9 Virtualización.	7
1.4.10 Seguridades.	8
1.4.11 Software libre.	8
1.4.12 Software privativo.	8
1.4.13 Centrales telefónicas de software privativo.....	9
1.4.14 Centrales telefónicas de software libre.....	9
1.5 Comparación y selección de central telefónica	10
1.5.1 Análisis comparativo.....	10
1.6 Sistema de nombre de dominio dinámico (DDNS).	13

1.7	Software de monitoreo.....	13
CAPÍTULO 2		15
2	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN	15
2.1	Virtualizador	15
2.2	Instalación de virtualizador.....	16
2.3	Creación e instalación de la máquina virtual de Elastix	17
2.4	Instalación de Elastix	18
2.4.1	Configuración de Elastix.....	20
2.4.2	Configuración de extensiones.	20
2.4.3	Sala de conferencia.....	21
2.4.4	Respuesta de voz interactiva.	21
2.4.5	Líneas troncales.....	21
2.4.6	Rutas salientes.	22
2.4.7	Rutas entrantes.	23
2.4.8	Grupo de timbrado.	23
2.4.9	Acceso directo al ingreso del sistema.	24
2.4.10	Horarios.....	24
2.4.11	Gateway SIP.....	24
2.4.12	Seguridades.	25
2.4.13	Acceso físico.	25
2.4.14	Contraseñas.	25
2.4.15	Comprobar contraseñas por defecto.	26
2.4.16	Sesiones.....	27
2.5	Seguridad para Elastix	27
2.5.1	Seguridad para HTTP.....	27
2.5.2	Cortafuegos (firewall).	29
2.5.3	Deshabilitar opciones por defecto en Elastix.	29

2.6	Monitoreo de Elastix.....	30
2.6.1	Herramienta de monitoreo Fail2ban.....	30
2.6.2	Sistema de monitoreo Pandora FMS.....	33
CAPÍTULO 3.....		38
3	MEDICIONES Y PRUEBAS.....	38
3.1	Selección de softphone.....	38
3.2	Dispositivos móviles.....	40
3.3	Capacitación al personal.....	40
3.3.1	Números especiales.....	42
3.4	Integración con infraestructura actual.....	42
3.5	Integración con nueva infraestructura.....	43
3.5.1	Configuración de troncal SIP-E1.....	44
3.6	Estudio de Codec.....	47
3.6.1	Codec sin pérdida.....	47
3.6.2	Codec con pérdida.....	47
3.6.3	Codec de voz.....	47
3.7	Codec soportados por Elastix.....	49
3.8	Pruebas de rendimiento.....	53
3.8.1	Calidad de la voz.....	56
CAPÍTULO 4.....		59
4	EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA.....	59
4.1	Evaluación técnica.....	59
4.1.1	Máquina virtual.....	59
4.1.2	Integración con líneas telefónicas.....	62
4.1.3	Evaluación del monitoreo.....	62
4.1.4	Sistema de bloqueo.....	67
4.2	Necesidades cubiertas para la empresa.....	68

4.3	Evaluación financiera	68
4.3.1	Inversión del proyecto.	68
4.3.2	Gastos operacionales antes de la implementación.	69
4.3.3	Gastos operacionales después de la implementación.	71
4.3.4	Análisis comparativo de gastos.	73
4.3.5	Presupuesto.....	73
4.3.6	Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).....	74
4.3.7	Valor actual neto (VAN).	75
4.3.8	Tasa interna de retorno (TIR).	76
	CONCLUSIONES	81
	RECOMENDACIONES	83
	LISTA DE REFERENCIAS	84
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	87
	ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Centrales telefónicas	11
Tabla 2. Características de central telefónica.....	12
Tabla 3. Servidores de monitoreo	14
Tabla 4. Comparación sistemas de virtualización.....	15
Tabla 5. Patrones de marcado	22
Tabla 6. Ejemplos de patrones de marcado.....	23
Tabla 7. Contraseñas por defecto del sistema Elastix	27
Tabla 8. Características de softphone.....	38
Tabla 9. Números especiales de Elastix	42
Tabla 10. Codec de audio soportados por Elastix	49
Tabla 11. Codec de video soportado por Elastix.....	50
Tabla 12. Tiempo de codificación en micro segundos.....	50
Tabla 13. Tiempo de codificación en micro segundos.....	51
Tabla 14. Codec soportado por softphone y teléfono SIP.....	52
Tabla 15. Rendimiento con una llamada.....	53
Tabla 16. Rendimiento con cinco llamada.....	54
Tabla 17. Rendimiento con diez llamada.....	55
Tabla 18. Escala de calidad de escucha	57
Tabla 19. Calificación de codec	57
Tabla 20. Calidad de audio del codec	58
Tabla 21. Inversión del proyecto.....	69
Tabla 22. Cuenta contable.....	69
Tabla 23. Gastos de telecomunicaciones Quito - 2013	70
Tabla 24. Gastos de telecomunicaciones Loja - 2013.....	70
Tabla 25. Porcentaje de gastos año 2013	71
Tabla 26. Proyección gastos Quito - 2014	72
Tabla 27. Proyección gastos Loja - 2014.....	72
Tabla 28. Porcentaje de ahorro	73
Tabla 29. Presupuesto para la implementación.....	74
Tabla 30. Interpolación de tasa de interés.....	77
Tabla 31. VAN igual a cero	77
Tabla 32. Recuperación de inversión	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de red	5
Figura 2. Configuración de troncal SIP	22
Figura 3. Ventana emergente para autenticarse	28
Figura 4. Representación gráfica de configuración de cortafuegos	29
Figura 5. Contenido de archivo de configuración de Fail2Ban	30
Figura 6. Código del archivo “asterisk.conf”	31
Figura 7. Código del archivo “jail.conf” para Asterisk.....	32
Figura 8. Código archivo jail.conf para HTTP	32
Figura 9. Código para monitoreo de canales SIP.....	34
Figura 10. Contenido del archivo “pandora_server.conf“	35
Figura 11. Configuración de archivo main.cf	35
Figura 12. 3CX.....	39
Figura 13. Zoiper.....	39
Figura 14. X-Lite.....	40
Figura 15. 3CX extendido	41
Figura 16. X-Lite en llamada	41
Figura 17. Teléfono inalámbrico Grandstream	43
Figura 18. Teléfono fijo Grandstream.....	43
Figura 19. Troncal SIP E1.....	44
Figura 20. Asignación de troncal SIP a ruta de salida	44
Figura 21. Configuración IP Gateway E1	45
Figura 22. Configuración VoIP en E1	45
Figura 23. Configuración E1	46
Figura 24. Configuración avanzada E1	46
Figura 25. Señal analógica	48
Figura 26. Señal cuantificada.....	48
Figura 27. Señal digitalizada.....	49
Figura 28. Características principales de los codec	52
Figura 29. Consumo de recursos del proceso Asterisk	53
Figura 30. Una llamada realizada	54
Figura 31. Cinco llamadas realizadas	55
Figura 32. Diez llamadas realizadas.....	56

Figura 33. Calificación de codec.....	58
Figura 34. Especificaciones de Proxmox	59
Figura 35. Especificaciones de máquina virtual Elastix	59
Figura 36. Uso del CPU en sistema anfitrión Proxmox	60
Figura 37. Uso de CPU Elastix	60
Figura 38. Uso memoria RAM de Proxmox	60
Figura 39. Uso de memoria RAM de Elastix	61
Figura 40. Tráfico reportado por la interfaz de red en Proxmox	61
Figura 41. Tráfico reportado por la interfaz en Elastix	61
Figura 42. Máquinas virtuales en Proxmox	62
Figura 43. Registro detallado de llamadas (Call Detail Record - CDR).	63
Figura 44. Reporte gráfico de uso por canal en Elastix	63
Figura 45. Resumen de llamadas	64
Figura 46. Resumen por extensión de los 10 números más llamados.....	64
Figura 47. Resumen de llamadas no contestadas	65
Figura 48. Máquinas monitoreadas por Pandora.....	66
Figura 49. Módulos monitoreados en Elastix	66
Figura 50. Correo Enviado automáticamente por Pandora	67
Figura 51. Correo enviado por Fail2Ban.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Central para 4 llamadas concurrentes	88
Anexo 2. Central para 32 llamadas concurrentes	89
Anexo 3. Central para 50 llamadas concurrentes	90
Anexo 4. Central para 80 llamadas concurrentes	91
Anexo 5. Central para 250 llamadas concurrentes	92

RESUMEN

Este proyecto se encuentra orientado a cubrir las necesidades de comunicación de la empresa SAMASAT S.A, la cual ha estado en un constante crecimiento, y se ha visto en la necesidad de mejorar la comunicación entre sus colaboradores, ubicados en las ciudades de Quito y Loja.

Para satisfacer las necesidades de comunicación se ha realizado una comparación entre varias centrales telefónicas y la que mejor se adapta a los requerimientos ha sido Elastix y por tal motivo ha sido seleccionada.

Una vez escogida la central telefónica ha sido instalada y configurada sobre una máquina virtual que corre bajo Proxmox. Se realiza configuraciones para mejorar la seguridad y monitoreo de la central telefónica, utilizando herramientas como Fail2Ban y PandoraFMS, las mismas que envían notificaciones vía correo electrónico. Se ha realizado un estudio financiero el cual refleja los beneficios de utilizar una central telefónica basada en protocolos de Internet.

ABSTRACT

This project is targeted to meet the communication needs of the company SAMASAT SA, which it has been in a steady growth and it has seen the need for better communication among its employees located in the cities of Quito and Loja.

To meet the communication needs The Company has made a comparison between several telephone exchanges and of them the best adapted to the requirements of this project it has been Elastix and because of this it has been selected.

Once we were selected the telephone exchange it continues with the installation and configuration on a virtual machine that it is running under Proxmox. Configurations are performed to improve the safety and monitoring of the telephone exchange, and our using tools as Fail2Ban PandoraFMS, the same that send notifications via email.

INTRODUCCIÓN

El proyecto se encuentra orientado a la implementación de una central telefónica en la empresa privada SAMASAT, analizando el estado actual de la red, se realizará comparaciones entre diferentes soluciones de centrales telefónicas basadas en protocolo de Internet. Teniendo como objetivos el facilitar la comunicación entre personal de la empresa, abaratar costos de llamadas entre la matriz y la sucursal, optimizar recursos, realizar pruebas y capacitar al personal.

Los diferentes capítulos a ser desarrollados se detallan a continuación con su resumen de contenido:

Capítulo 1. Estudio Situacional: Incluye el análisis del estado actual de la red de la empresa, el marco teórico en el cual se detallan conceptos y tecnologías a ser utilizadas.

Capítulo 2. Instalación y configuración: Contiene la instalación y configuración de la central telefónica así como de todos sus componentes.

Capítulo 3. Mediciones y pruebas: Abarca las mediciones, pruebas de rendimiento y calidad para optimizar los recursos de red y calidad en las llamadas.

Capítulo 4. Evaluación técnica y financiera: Comprende la evaluación financiera donde se ven reflejados los beneficios económicos del uso de la central telefónica.

Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones basadas en el proceso de implementación de una central telefónica basada en protocolos de Internet.

CAPÍTULO 1

ESTUDIO SITUACIONAL

1.1 La empresa

SAMASAT COMUNICACIONES S.A. es una empresa dedicada a la asesoría en el área de informática y telecomunicaciones, así como el desarrollo de software a medida.

A la fecha, cuenta con una matriz ubicada en la ciudad de Quito, es la encargada de los contactos comerciales, ventas, administración del personal e infraestructura, y una sucursal ubicada en la ciudad de Loja donde se encuentra el personal de desarrollo de software..

La empresa trabaja con metodologías ágiles de desarrollo, una de ellas SCRUM, la cual requiere de una constante comunicación entre el equipo. Una de las principales características de SCRUM es; la reunión diaria que se tiene entre el personal de desarrollo, para conocer lo que realizó el día anterior, lo que se va a realizar el día actual y si existe algún problema en el trabajo. También existen reuniones semanales que tienen una duración de varias horas. Lo cual requiere una comunicación constante.

Se cita literalmente la misión, visión y fortalezas de la empresa SAMASAT S.A., a continuación:

Misión: desarrollarnos a largo plazo en conjunto con nuestros clientes brindando los más altos estándares en el sector de las TIC's, con personal especializado que respalde nuestra atención al cliente, servicio y calidad.

Visión: ser reconocidos hasta el 2014 en el mercado corporativo como líderes en creación de soluciones a la medida en el sector de las TIC's.

Fortalezas

- Creativos: estimulamos el desarrollo de nuestro personal en diferentes ámbitos para garantizar, soluciones que sean analizadas y estructuradas desde diferentes puntos de vista para satisfacer las necesidades del mercado.
- Innovadores: somos una organización altamente adaptable al desarrollo de las tecnologías y nos reorientamos rápidamente hacia ellas creando nuevos productos y servicios que brinden soluciones evolutivas.
- Comprometidos: nuestro Personal está orientado a brindar altos niveles de servicio y acompañamiento dentro de los contratos, que permiten a nuestros clientes sentir seguridad en cada uno de los procesos en los cuales cooperamos
- Honestos: nuestra responsabilidad es dejar un legado hacia las nuevas generaciones donde se evidencien reglas y procedimientos ceñidos a las buenas prácticas, con un gran nivel de profesionalismo y transparencia.
- Orientados al servicio: nuestra organización sabe que nuestros clientes, son el activo más importante con el que contamos, por eso hemos diseñado una estructura de servicios que respalde nuestros productos y la eficiencia hacia el mercado. (Samasat, 2010)

Tanto para la empresa como para el trabajo se presentan los siguientes objetivos para la implementación de una central telefónica basada en protocolos de Internet:

1.1.1 Objetivo general.

- Implementar una central telefónica basada en protocolos de Internet utilizando Elastix como Servidor de Comunicaciones Unificado para la empresa SAMASAT, para tener una visión de la situación en la que se encuentra la comunicación interna.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar el estado actual de la red de la empresa SAMASAT, tanto en la matriz Quito como en la sucursal de Loja.
- Comparar las ventajas y beneficios que se podría brindar a la empresa SAMASAT con las centrales telefónicas existentes en el mercado basadas en protocolos de Internet tanto privativas como de código abierto.
- Establecer una máquina virtual en la cual se instalará la central telefónica para ser utilizada en un servidor físico.
- Integrar las líneas telefónicas existentes con la IP-PBX para utilizar los números telefónicos actuales que posee la empresa y con futuras líneas telefónicas, asignando un número de extensión a cada colaborador mediante un softphone o teléfono IP con el fin de facilitar la intercomunicación.
- Configurar la central telefónica con las características necesarias para satisfacer las necesidades de comunicación presentadas por la empresa.
- Instalar y configurar un sistema para el monitoreo de la central telefónica y la red, para mantener un control sobre el uso de este medio de comunicación de forma interna y externa.
- Realizar las pruebas de validación para constatar que la implementación arroje los resultados esperados.
- Elaborar el análisis financiero de la implementación de la central telefónica para establecer indicadores económicos.

1.2 Situación actual

La empresa ve en la necesidad de comunicarse continuamente entre los equipos de desarrollo ubicados en Loja y Quito. Esta comunicación se la mantiene mediante líneas telefónicas convencionales, lo cual representa un gasto que ha ido aumentando constantemente y teniendo limitaciones como son el no contar con un sistema de video conferencia, para realizar llamadas simultáneas salientes, contar con un sistema de contestación automático, grabación de llamadas, manejo de extensiones para cada colaborador y un sistema de registro de las llamadas realizadas.

1.3 Estado de la red

La red de la empresa no posee un canal dedicado de comunicación entre la matriz y la sucursal, estas mantienen una comunicación utilizando el servicio de Internet.

La matriz cuenta con cableado estructurado de categoría 6, las conexiones inalámbricas están manejadas por un grupo de puntos de acceso inalámbrico que trabajan con el estándar 802.11n, un router TrendNet y un switch Cisco. Los servicios de DNS, DHCP, Firewall, proxy, son proporcionados por Zentyal, un servidor de red unificado. La sucursal posee cableado estructurado de categoría 6, un router y switch Cisco.

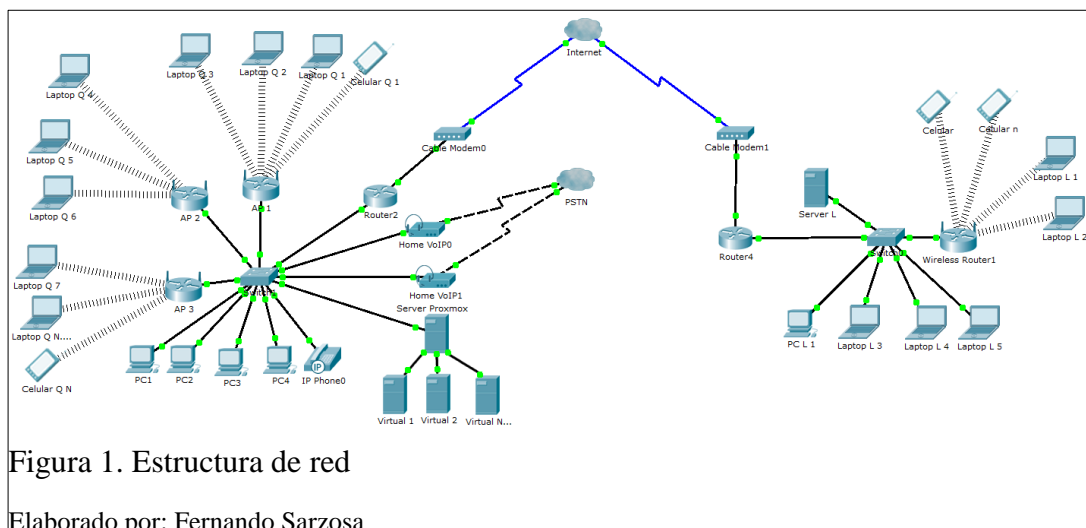


Figura 1. Estructura de red

Elaborado por: Fernando Sarzosa

1.4 Marco teórico

1.4.1 Telefonía.

La telefonía tiene sus inicios alrededor del año 1857 cuando Antonio Meucci diseña un aparato para comunicarse con su esposa enferma, este dispositivo permitía la comunicación directa entre habitaciones e incluso entre edificios. (IEEE, 2013).

Varios años pasaron hasta 1876 cuando Graham Bell patentó el teléfono y comienza a tener una evolución paulatina. Al comenzar a popularizarse el teléfono inicia también las centrales telefónicas que inicialmente eran operadas manualmente por

personal que receptaba la llamada entrante y con contactos manuales realiza la transferencia de la llamada hasta su destino.

Los sistemas se han ido actualizando, las centrales dan un salto y se vuelven semiautomáticas con conexiones conmutadas de forma mecánica. Con la aparición de las computadoras las centrales también se actualizan ahora ya son conmutadas de forma automática electrónicamente. En la actualidad las centrales son digitales pero siguen manteniendo el mismo principio de la telefonía desde sus inicios.

1.4.2 Central telefónica pública.

A la central telefónica se la puede denominar como un conjunto de equipos de conmutación necesarios para el funcionamiento de las líneas telefónicas al servicio de la comunidad. En dicha central convergen las líneas de los abonados y éstas son canalizadas a otras centrales hasta llegar al destino correspondiente.

1.4.3 Telefonía IP.

La telefonía IP es un método por el cual se transmite la voz humana, utilizando el conjunto de protocolos TCP/IP de tal manera que se puedan comunicar entre dispositivos terminales.

1.4.4 SIP.

Protocolo de Inicio de Sesión, por sus siglas en inglés, es un protocolo de control para crear, modificar y terminar sesiones entre uno o varios participantes donde las sesiones pueden ser llamadas de voz, mensajería instantánea, juegos en línea o elementos multimedia. (Dynamicsoft, 2002)

1.4.5 PBX.

Ramal privado de comunicación, es una ramificación de la red pública de telefonía que se conecta por medio de líneas troncales y se permite gestionar las llamadas internas, entrantes y salientes.

1.4.6 PSTN.

Red telefónica pública conmutada, es una red con conmutación de circuitos optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real, se garantiza la calidad de circuito al dedicar el circuito a la llamada hasta que se termine la llamada. (Elastixtech, 2013)

1.4.7 E1.

Es un formato de transmisión digital el cual permite la transmisión de varios canales de comunicación por un mismo medio físico. E1 es un conjunto de 30 canales de comunicación, uno de señalización y uno de sincronismo. En el caso del E1 instalado en la empresa SAMASAT es la mitad de un E1, utilizando solamente 15 canales de comunicación y 1 de señalización con un par trenzado de cobre. Cada canal cuanta con 64Kbps por lo tanto el total de ancho de banda entregado es 1024Kbps (16 canales x 64Kbps). (ALBEDO TELECOM, 2010)

1.4.8 Softphone.

La palabra softphone es una combinación de dos palabras en inglés que son software y telephone, este software permite realizar llamadas a otros utilizando voz sobre IP (VoIP). Simula el funcionamiento de un teléfono convencional utilizando software. (Middelkoop, 2011)

1.4.9 Virtualización.

La virtualización en la informática viene a ser la forma en la cual las características físicas de equipos computacionales se muestran como si fueran varios recursos

lógicos del mismo tipo a la vez. El ejemplo más básico de virtualización puede ser la partición de un disco duro ya que se tiene un dispositivo físico pero se lo pueden crear varias particiones lógicas. Pudiendo llegar a virtualizar computadores completos con su respectivo sistema operativo, pasando por aplicaciones y servicios. Esta técnica permite la separación tanto de software y de hardware, lo que permite que varios sistemas operativos o aplicaciones se puedan ejecutar sobre un mismo servidor físico. (López, Huedo, & Garbajosa, 2013, pág. 94)

1.4.10 Seguridades.

La seguridad informática se encarga de la protección de la infraestructura tecnológica y todo lo referente a ella, teniendo mayor relevancia la protección a la información. Para esto se debe seguir un conjunto de normas, reglas, configuraciones, estándares, políticas y leyes para asegurar y minimizar las posibles amenazas a dicha infraestructura. Se debe tener en cuenta que ningún sistema es fiable al 100% y por tal razón se debe minimizar el riesgo y proteger de la mejor manera posible la información y los sistemas. (Uniersidad Tecnologica de Tula, 2012)

1.4.11 Software libre.

“Software libre es aquel que se suministra con autorización para que cualquiera pueda usarlo, copiarlo y/o distribuirlo, ya sea con o sin modificaciones, gratuitamente o mediante pago. En particular, esto significa que el código fuente debe estar disponible.” (GNU, 2013).

1.4.12 Software privativo.

“El software privativo es otro nombre para designar el software que no es libre” (GNU, 2013).

1.4.13 Centrales telefónicas de software privativo.

Las centrales telefónicas privativas son aquellas en las cuales no se permite la visualización, análisis ni modificación del código fuente y por lo general se encuentra desarrollada por una organización o empresa la cual oferta dicha central por un precio. El precio depende de cada uno de los desarrolladores y tienen varias modalidades como por ejemplo los valores por una solución en conjunto (central telefónica, teléfonos, y extensiones) o pueden ser dadas por separado, teniendo que comprar licencias por cada equipo que se desee anexar. Entre las principales y más conocidas centrales privativas se tienen a:

- 3CX.
- Cisco.
- Avaya.
- Grandstream.
- Atcom.
- Huawei.
- Axon.

1.4.14 Centrales telefónicas de software libre.

Las centrales de código abierto permiten el análisis y manipulación del código fuente. Por lo general este tipo de centrales se las encuentra de manera gratuita y tienen el apoyo de una comunidad que ayudan a su desarrollo y mantenimiento. Dependiendo si se desea adquirir en conjunto con un equipo físico, pueden tener un determinado precio. Se puede adquirir un soporte profesional y personalizado directamente por los desarrolladores teniendo como principal método la asistencia por suscripción anual.

Entre las principales centrales telefónicas de software libre basadas en protocolos de Internet se tiene:

- Asterisk. (AsteriskNOW)
- Elastix.
- FreePBX.
- TrixBox.
- FreeSentral.
- DeStar.

1.5 Comparación y selección de central telefónica

A continuación se realizará una breve descripción de las principales centrales telefónicas y un cuadro comparativo con las características que debe cumplir la central telefónica para ser implementada en la empresa SAMASAT, se ha realizado una previa filtración de las centrales mayormente utilizadas y también se han descartado algunas de código abierto, ya que poseen similares características que la central de la cual se derivan que es Asterisk. También se detalla las principales características y ventajas de cada una de estas centrales.

1.5.1 Análisis comparativo.

En la tabla 1 se describen las principales características, ventajas y desventajas, de las centrales telefónicas que más se conoce, tanto de software libre y privativo.

Tabla 1. Centrales telefónicas

Central telefónica	Características	Ventajas	Desventajas
3CX Desarrollada como aplicación para ser instalada bajo sistema operativo de Windows	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta únicamente el protocolo de transmisión SIP. • Dispone de una versión gratuita sin soporte y con un límite de dos llamadas simultáneas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalación y administración. • Administración vía web. • Aplicaciones desarrolladas para sistemas iOS y Android 	<ul style="list-style-type: none"> • Licencias por número de llamadas simultáneas • El softphone es desarrollado solo para Windows y no es compatible con softphone de otros sistemas operativos como GNU/Linux o Mac OS.
CISCO Una de las marcas más reconocidas a nivel mundial	<ul style="list-style-type: none"> • Posee una solución integral para la comunicación teniendo como característica principal que ocupa toda una infraestructura desarrollada para este tipo de servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte directo del fabricante. • Fácil configuración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de implantación elevados. • Licencias individuales para cada extensión. • Poca compatibilidad con otros marcas
ASTERISK Uno de los programas de central telefónica más conocidos y difundidos en el mundo del software libre	<ul style="list-style-type: none"> • Consta con un desarrollo constante por parte de la comunidad y del apoyo de la empresa Digium. Asterisk se puede modificar y adaptar para solventar las necesidades de la empresa. Dichas modificaciones también se pueden compartir y contribuir con el desarrollo de dicha aplicación. • Soporta varios sistemas operativos como son Windows, Mac OS, FreeBSD, aunque de forma nativa se soporta y da un mejor rendimiento a la plataforma GNU/Linux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte a varios protocolos de VoIP como son: SIP, H.323, IAX y MGCP • Integración con la mayoría de softphone y de teléfonos IP. • Versión completa gratuita 	<ul style="list-style-type: none"> • La instalación y configuración requiere mayores conocimientos que un usuario normal. • El soporte viene dado por la comunidad, si se desea soporte puntual se debe pagar por la asistencia.

ELASTIX Servidor de comunicaciones unificado	<ul style="list-style-type: none"> • En un solo paquete viene integrado toda una solución para las comunicaciones, como lo son: VoIP PBX proporcionado por Asterisk, Fax por HylaFAX, mensajería por OpenFire y correo electrónico por Postfi, entre las principales. Estas herramientas o servicios se encuentran empaquetados y corriendo sobre la distribución GNU/Linux CentOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalación y configuración. • Administración vía web sin necesidad de instalar complementos o clientes. • Una amplia comunidad de desarrollo y apoyada también por PaloSantoSolutions, una empresa ecuatoriana. • Herramienta para realizar desarrollo de complementos, facilitando la personalización del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por contar con una gran cantidad de herramientas integradas, se puede presentar algún problema de seguridad en alguna de estas. • Los componentes no siempre se encuentran actualizados a la versión más reciente.
--	---	---	---

Fuente: (Elastix, 2014)

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la tabla 2 se describen las características que la empresa SAMASAT desea que posea la central telefónica.

Tabla 2. Características de central telefónica

Características \ Central	3CX	Cisco	Asterisk	Elastix
Soporta protocolo SIP	X	X	X	X
Contestador automático	X	X	X	X
Grabación de llamadas	-	X	X	X
Retornar llamada	-	-	X	X
Integración con CRM	X	X	X	X
Software Libre	-	-	X	X
Call Center	-	-	-	X
Video llamada	X	X	X	X
Llamada en conferencia	X	X	X	X
Administración WEB	X	-	X	X
Soporte directo del fabricante	X	X	-	-
Integración con varias marcas y modelos	X	-	X	X

Elaborado por: Fernando Sarzosa

1.6 Sistema de nombre de dominio dinámico (DDNS).

Este servicio se encuentra orientado a dar una solución de corto plazo al problema de direcciones IP fija, dispone de un nombre de dominio fijo, el cual se encuentra asociado a una dirección IP dinámica, con lo cual los usuarios pueden acceder a servicios apuntando a este nombre de dominio sin importar la dirección IP que se tenga, ya que el sistema se encargará de dirección cualquier IP a dicho nombre.

Este sistema requiere de un cliente el cual es el encargado de indicar cuál es la IP que posee la red, se lo puede instalar en un computador o puede estar previamente cargado en el enrutador.

Los sitios más conocidos y utilizados para este servicio son:

- DynDNS
- No-IP
- Zentyal (solo con Zentyal como servidor de DDNS)
- Synology (Solo para equipos de dicha marca)
- Dnodynamic

1.7 Software de monitoreo

Consiste en un sistema que constantemente se encuentra monitoreando la actividad de sistemas, aplicaciones o dispositivos. Al producirse un cambio en el estado de alguno de estos elementos se informa al administrador para que tenga conocimiento del fallo y se pueda dar una solución al inconveniente.

En la tabla 3 se realiza una comparación entre diferentes software de monitoreo, donde se ha escogido a PandoraFMS, por la interfaz amigable, la facilidad de instalación y configuración, así como la personalización de los agentes.

Tabla 3. Servidores de monitoreo

	Nagios	Zenoss	PandoraFMS	Zabbix
Software Libre	X	X	X	X
Software Libre	X	X	X	X
Alertas	X	X	X	X
Mapas	-	X	X	-
Gráficas	X	X	X	X
Fácil instalación	-	X	X	-
Agentes Multiplataforma	X	Sin agentes	X	Limitado
Fácil Configuración	-	X	X	X
Personalizar agentes para monitoreo	X	-	X	-

Elaborado por: Fernando Sarzosa

CAPÍTULO 2

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN

2.1 Virtualizador

En la tabla 4, se compara las características de los principales sistemas de virtualización. Proxmox Virtual Environment ha sido seleccionado, debido a su fácil instalación y configuración, administración centralizada, respaldos sin apagar las MV y de código abierto.

Tabla 4. Comparación sistemas de virtualización

	Proxmox VE	VMware vSphere	Hyper-V De Microsoft	Citrix XenServer
Soporte del sistema operativo invitado	Windows y Linux (KVM) (OpenVZ sólo es compatible con Linux)	Windows, Linux, UNIX	Moderno sistema operativo Windows, el soporte de Linux es limitado	Windows, el soporte de Linux es limitado
Open Source	sí	No	no	sí
OpenVZ container	sí	No	no	no
Control centralizado	sí	Sí, requiere dedicado servidor de administración	Sí, requiere dedicado servidor de administración	sí
Estructura Suscripción simple	Sí, todas las funciones habilitadas	No	no	no
Alta disponibilidad	sí	sí	Requiere Microsoft Failover clustering	sí
Snapshots de MV en Vivo	sí	sí	limitado	sí
Hypervisor Bare Metal	sí	sí	sí	sí
Migración en vivo de MV	sí	sí	sí	sí
Max. RAM y CPU por Host	160 CPU / RAM 2 TB	160 CPU / RAM 2 TB	64 CPU / RAM 1 TB	----

Elaborado por: Fernando Sarzosa

2.2 Instalación de virtualizador

Proxmox, utiliza dos tecnologías de virtualización, máquina virtual (VM) basada en el Kernel (KVM) y virtualización de contenedores (OpenVZ). Se encuentra basado en la distribución Debian y es de código abierto. Permite migrar y sacar respaldos sin necesidad de apagar las máquinas virtuales es decir se permite la migración en caliente, al igual que el aumento de memoria RAM y de espacio en disco duro, teniendo en cuenta los límites físicos del servidor como tal.

Para la instalación, el desarrollador recomienda las siguientes características en hardware para un correcto funcionamiento:

- Dual o Quad Socket Server (Quad/Six/Hexa Core CPU).
- CPU: 64bit (Intel EMT64 or AMD64).
- Intel VT/AMD-V.
- 8 GB de RAM.
- Hardware RAID.
- Discos duros de alta velocidad 15k rpm SAS, Raid10
- Dos tarjetas de red.

Las características del servidor que posee la empresa son:

- Quad Core Intel Xeon E5504 2.0 Ghz 64Bits.
- 12 GB RAM.
- 1 TB de disco duro RAID 1.
- Tres tarjetas de red.

Para esta instalación se utilizó la imagen ISO que contiene el sistema operativo basado en Debian y Proxmox. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Descargar la imagen ISO de Proxmox.
- Grabarla en un CD o memoria flash.
- Arrancar el servidor desde CD o memoria flash.

- Al iniciar el sistema se mostrará una pantalla de arranque donde se debe presionar Enter para iniciar con la instalación.
- Se cargará el acuerdo de licencia el cual se debe aprobar.
- Se indicará la cantidad de espacio que se tiene en disco, tomar muy en cuenta que en este paso se borrará toda la información de los discos y se crearan automáticamente particiones.
- Seleccionar el país, zona horaria y lenguaje del teclado.
- Introducir una contraseña y verificarla, ingresar también una dirección de correo electrónico.
- Ingresar el nombre del equipo, la dirección IP, máscara, puerta de enlace (Gateway) y servidor de nombre de dominio (DNS).
- Por último esperar a que se copien todos los archivos del sistema y reiniciar quipo.

Al reiniciar el sistema se despliega la dirección a la cual se debe conectar mediante cualquier navegador, el puerto por defecto es el 8006 y se utiliza protocolo seguro de transferencia de hipertexto (https). Al acceder por primera vez se debe aceptar el certificado de seguridad. Para la creación de las máquinas virtuales se detallará a continuación incluyendo la instalación de la central telefónica Elastix.

2.3 Creación e instalación de la máquina virtual de Elastix

Para estos pasos previamente se debe descarga la distribución Elastix de la página oficial www.elastix.org, luego de la descarga se procede a subir la imagen ISO a Proxmox.

Creación:

- Para crear se debe dar clic en la botón de “crear VM”.
- En la ventana se debe ingresar un nombre para la máquina virtual.
- Seleccionar el tipo de sistema operativo (Linux 3.x/2.6 Kernel).
- Seleccionar la Imagen ISO que se carga previamente.
- Asignar el tamaño en disco de la máquina virtual y el formato.

- Definir el número sockets, núcleos y tipo de CPU.
- Establecer la cantidad de memoria RAM a ser utilizada, puede ser un valor fijo o un rango variable que tiene un mínimo y un máximo.
- Por último establecer el tipo de adaptador de red.

Para la central Elastix se han establecido las siguientes características

- Como sistema operativo GNU/Linux CentOS, un espacio en disco de 15 GB si no se va a realizar grabaciones de las llamadas realizadas, un procesador dual-core, 2 GB en RAM y el tipo de adaptador de red debe ser tipo puente.
- Es recomendable habilitar la opción de “Iniciar al Arranque” ya que si se produce algún tipo de falla de energía y el servidor principal se reinicia o apaga, este al iniciarse automáticamente, la máquina virtual también arrancará (Elastix, 2014).

El CPU del equipo virtual tiene como característica principal que emula un determinado CPU real, con lo cual facilita la migración de las máquinas virtuales a otros servidores de distintas características. Se puede configurar el equipo virtual para que tenga acceso al CPU de forma directa y de esta manera tener un mejor rendimiento, pero se limita la migración a diferentes servidores. (Linux-KVM, 2013)

La memoria RAM es negociada por medio de un gestor de memoria dinámica, KSM por sus siglas en inglés (Kernel Samepage Merging), lo que permite asignar a las máquinas virtuales más memoria RAM que la existente en el servidor físico, sin que disminuya el rendimiento. (Proxmox, 2014).

2.4 Instalación de Elastix

La versión que se va a instalar es Elastix 2.4, es la versión estable, con soporte por parte de la comunidad y del desarrollador. Existen versiones superiores como la 2.5 y la 3.0, pero se encuentran en desarrollo, en estado Beta 2 y Beta 3 respectivamente, y estas últimas no son recomendables para ser utilizadas en producción.

- Al arrancar por primera vez la máquina virtual se cargará el instalador de Elastix, el cual solicita que se seleccione el idioma de instalación. Seleccione español.
- Seguidamente seleccionar el tipo de teclado, se debe tener en cuenta que existe variación entre el teclado español y latino.
- El sistema detectará que el disco duro no posee particiones y solicita si se desea inicializar la unidad.
- Seleccionar el tipo de partición donde se desea realizar la instalación, se puede seleccionar la recomendada, donde elimina todos los datos y realiza automáticamente las particiones.
- Activar la interfaz de red, al inicio, soporte IP versión 4 (IPv4) y soporte IP versión 6 (IPv6).
- Configurar manualmente la dirección IP, ya que si se configura una IP dinámica se debería cambiar la configuración en los clientes. Ingresar la dirección IP disponible para Elastix, en este caso se ha establecido la siguiente dirección y máscara: 192.168.2.10/24.
- Ingresar la dirección de la puerta de enlace 192.168.2.1, el DNS primario 192.168.2.1 y 8.8.8.8 como DNS secundario.
- Ingresar nombre host.
- Seleccionar el huso horario América/Guayaquil.
- Establecer la contraseña para el usuario administrador root.
- Inicia el proceso de instalación, este proceso puede durar varios minutos, ya que se copia todo el sistema al disco duro.
- Al terminar de copiar toda la información el sistema se reiniciará.
- Se solicita el ingreso de la clave para la base de datos MySQL, puede ser la misma del usuario administrador root.
- También se solicita una contraseña para el acceso vía web tanto a Elastix, como a otros servicios, se puede ingresar la misma que el usuario administrador root.
- Se cargan los últimos servicios y modificaciones de contraseñas y con esto el sistema ya se encuentra instalado.

2.4.1 Configuración de Elastix.

2.4.1.1 Configuración inicial.

- Se debe configurar y verificar la hora y fecha del sistema, ya que de esto depende el monitoreo, campañas y grabaciones.
- El idioma se encuentra por defecto en inglés pero puede ser cambiado a español u otros idiomas.
- El tema también puede ser cambiado para tener un acceso más rápido a las pestañas de navegación.
- El tiempo de timbrado debe aumentar de 15 a 30 segundos.

2.4.2 Configuración de extensiones.

Se crearán extensiones SIP, las cuales serán configuradas posteriormente en los teléfonos IP o en los softphone. Los campos principales que deben ser completados para que funcionen correctamente dichas extensiones son:

- “User Extension” Es un número único el cual será el identificador para cada extensión.
- “Display Name” Es el nombre que se presentará en pantalla al realizar una llamada, puede ser cualquier nombre.
- “Secret”: Aquí se ingresa la contraseña para esta extensión, debe tener mínimo seis dígitos, entre números, mayúsculas y minúsculas.

Se pueden agregar varias opciones de acuerdo a las necesidades de cada extensión como pueden ser: la grabación de las conversaciones, buzón de voz, llamada en espera, etc. También se puede realizar una carga masiva de las extensiones desde un archivo CSV, esto permite crear automáticamente un sin número de extensiones rápidamente.

2.4.3 Sala de conferencia.

Una sala de conferencia se la puede definir como una extensión virtual, la cual va a permanecer activa para que varias personas ingresen a dicha sala marcando un número definido de extensión. Posee algunas características especiales como son: mensaje de bienvenida, contador de usuario, aviso de entrada y salida de participantes y grabación de la conferencia, entre las principales.

2.4.4 Respuesta de voz interactiva.

IVR por sus siglas en inglés (Interactive Voice Response) es un sistema que contesta automáticamente las llamadas y permite interacción básica entre la central telefónica y quien realiza la llamada.

Para configurar el IVR se debe disponer de la grabación correspondiente para el o los menús, una extensión a la cual se enlazará el IVR y las extensiones o colas a las cuales se realizarán las transferencias de llamadas.

2.4.5 Líneas troncales.

Elastix permite la configuración de distintos tipos de líneas troncales como SIP. El tipo de troncal que se va a utilizar y configurar en esta central es la SIP. La empresa cuenta con un Gateway el cual permite utilizar las líneas convencionales existentes que proporciona el proveedor y convertirlas en líneas SIP las cuales se podrán configurar en la centralita. Se dispone de varios campos para la configuración, pero se detallan los principales que permiten el funcionamiento de la troncal.

Se debe definir el nombre de la troncal y la configuración para la entrada y salida de las llamadas, la cual se aprecia en la figura 2:

```

1 allow=ulaw&gsm; permite utilizar los codecs ulaw y gsm.
2 host=192.168.2.20; esta es la dirección del Gateway.
3 username=10001; nombre para el usuario SIP.
4 secret=10001; contraseña para el usuario SIP, está en texto plano.
5 disallow=all; deshabilita los demás codecs
6 type=peer; tipo emparejamiento para abonado SIP

```

Figura 2. Configuración de troncal SIP

Elaborado por: Fernando Sarzosa

2.4.6 Rutas salientes.

En las rutas salientes se tiene la posibilidad de definir por cual troncal se desea realizar las distintas llamadas, por ejemplo las llamadas locales se las puede realizar por la troncal de CNT y las llamadas a celulares por la troncal de una operadora móvil.

Se debe definir un nombre para la ruta de salida, los patrones de marcado y la troncal por la cual saldrán las llamadas. Los patrones de marcado permiten realizar una llamada. En la tabla 5 se describen los elementos que formar parte de los patrones de marcado y en la tabla 6 de puede apreciar ejemplos.

Tabla 5. Patrones de marcado

Prefijos	Descripción
X	Coincide con cualquier dígito 0-9
Z	Coincide con cualquier dígito 1-9
N	Coincide con cualquier dígito 2-9
.	Permite digitar cualquier número después del punto
	Quita Prefijos al marcar un número
[]	Dentro de los corchetes se puede indicar intervalos de dígitos

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Tabla 6. Ejemplos de patrones de marcado

Ejemplo	Descripción
02 [XXXXXXX]	Permite realizar llamadas de forma local sin importar que se anteponga el código de área. Al llamar al 022999999 la central automáticamente llama a 2999999
[09XXXXXXXX]	Permite realizar llamadas a todos los números celulares
[1800XXXXXX]	Permite llamar a todos los números 1800

Elaborado por: Fernando Sarzosa

2.4.7 Rutas entrantes.

En esta ruta se define donde se recibe la llamada, se tiene varias opciones como son:

- Número de extensión,
- Grupo de timbrado,
- Cola
- IVR.

Se debe ingresar un nombre a la ruta entrante y seleccionar IVR como destino. También se puede escoger el lenguaje, que debe ser español (es), hay que tener en cuenta que al no especificar un número DID, todas las llamadas entrantes se dirigen al IVR, pero si se especifica un DID se puede realizar un direccionamiento específico a una extensión, como ejemplo hay números que se encuentren asignados específicamente a una extensión, por lo que no pasaría por el IVR inicialmente.

2.4.8 Grupo de timbrado.

El grupo de timbrado permite agrupar bajo un número definido a varias extensiones para que éstas suenen al mismo tiempo, se puede definir un grupo para el área administrativa y ahí asignar todos los números de extensión. Esto es útil cuando se asocia a un número de IVR.

Se debe asignar un nombre para el grupo, así como un número, listar los números de extensiones, el tiempo de timbrado y por último se debe escoger el destino. Si no

existe contestación, se lo puede dirigir nuevamente al IVR para que la llamada sea transferida a otra extensión.

2.4.9 Acceso directo al ingreso del sistema.

DISA (Direct Inward System Access) por sus siglas en inglés, permite ingresar a la central telefónica de forma remota de tal manera que se pueda realizar una llamada como si se encontrara conectado de forma directa a la central.

Se debe proporcionar un nombre, una clave numérica y activar la opción de colgar la llamada presionando dos veces asterisco (**). Al finalizar la configuración de DISA se lo debe añadir como opción de acceso en el IVR, asignándole un número para poder ingresar.

2.4.10 Horarios.

Se puede configurar un rango de horas informando el horario de atención de la empresa, entre las 8:30 y 17:30, al recibir una llamada automáticamente se dirige al IVR, pero si se encuentra fuera de ese rango se indicará con un mensaje, que se encuentra fuera del horario de atención regular. Se debe crear un “Time Group” donde se define el rango de horas, los días de la semana y los meses en los cuales la fecha tendrá coincidencia. Posteriormente se debe crear una “Condición de Tiempo” en la cual se define el destino de la llamada, si coincide o no con la hora especificada anteriormente: si coincide con la hora, automáticamente debe ingresar al IVR y si esta fuera del horario, primero se reproducirá una grabación indicando el horario de atención.

2.4.11 Gateway SIP.

La empresa adquirió un Gateway SIP el cual permite integrar las líneas telefónicas convencionales proporcionadas por la PSTN a la central IP transformando las líneas a troncales SIP.

En el Gateway se debe especificar la dirección IP de la central, asignar un nombre de usuario y contraseña para el usuario SIP, indicar que se va a utilizar registro mediante autenticación SIP y configurar los tonos de llamada.

2.4.12 Seguridades.

La seguridad en un sistema de comunicaciones unificado es muy importante, ya que de ello depende el resguardo, confidencialidad e integridad de las comunicaciones para evitar el uso no adecuado de los canales de comunicación. Se detallan las configuraciones y recomendaciones para contar con un nivel de seguridad mayor al que viene configurado por defecto en la central telefónica.

2.4.13 Acceso físico.

Una de las primeras formas para proteger la integridad del servidor o servidores es limitar el acceso físico a los servidores, colocándolos en un ambiente con control de acceso, lo que se puede lograr proporcionando a un número limitado de usuarios una llave de acceso al cuarto de servidores. La empresa usa este control de seguridad. Dentro del cuarto existe un monitoreo mediante una cámara IP que comienza a grabar cuando detecta movimiento y esto se guarda en un NVR (Network Video Recorder).

2.4.14 Contraseñas.

Las contraseñas de acceso al sistema son de alta importancia y por tal razón deben ser contraseñas seguras:

Tiene ocho caracteres como mínimo. No contiene el nombre de usuario, el nombre real o el nombre de la empresa. No contiene una palabra completa. Es significativamente diferente de otras contraseñas anteriores. Está compuesta por caracteres de cada una de las siguientes cuatro categorías: Letras mayúsculas, Letras minúsculas, Números y Símbolos del teclado (todos los caracteres del teclado que no se definen como letras o números) y espacios (Microsoft, 2012).

Un ejemplo de contraseña segura puede ser “ClAveP4r4+El4stix” con dicha clave y según la herramienta web disponible en (Intel, 2014) para calcular el tiempo en el cual se puede descifrar una clave, con la contraseña antes citada, el tiempo para descifrarla es de 8441109340 años. La herramienta se la puede encontrar en la siguiente dirección:

<https://www-ssl.intel.com/content/www/us/en/forms/passwordwin.html>

Se puede utilizar la misma contraseña para todo el sistema de Elastix o se puede utilizar una variante al final de la contraseña para distinguir a cada una de ellas por ejemplo para el usuario root puede ser ClAveP4r4+El4stixR00t, para la base de datos ClAveP4r4+El4stixMySQL y así sucesivamente. El sistema Elastix cuenta con un módulo que detecta claves débiles.

2.4.14.1 Contraseñas en clientes SIP.

Un error muy común al realizar la configuración de las extensiones, es colocar como contraseña el mismo número de extensión, lo que provoca que cualquiera que conozca dicho número pueda clonar esa extensión. Por tal motivo en esta configuración deberían también utilizar contraseñas seguras. Si se desea utilizar la herramienta de creación en masa de extensiones se tiene un limitante: solo puede contener mayúsculas, minúsculas y números. Los caracteres especiales pueden ser agregados posteriormente a la subida masiva de extensiones.

2.4.15 Comprobar contraseñas por defecto.

Existen versiones de Elastix en las cuales vienen configuradas contraseñas por defecto y se tiene distinto acceso al sistema, por tal motivo se deben comprobar estas contraseñas para que no se tenga acceso con las mismas, en la tabla 7 se presentan dichas contraseñas.

Tabla 7. Contraseñas por defecto del sistema Elastix

Sistema	Usuario/contraseña	Se debe cambiar en
Interfaz Web Elastix	admin/palosanto	Interfaz web, Menú Sistema, Usuarios
FreePBX	admin/admin	Interfaz web FreePBX
FOP	admin/eLaStIx.2oo7	/etc/amportal.conf
MySQL	root/eLaStIx.2oo7	Con el comando “mysqladmin”
SugarCRM	admin/password	Interfaz web de SugarCRM
vTiger	admin/admin	Interfase Web de vTiger

Fuente: (Landivar, 2009)

2.4.16 Sesiones.

Un problema también puede ser iniciar sesiones con el usuario root y dejar procesos corriendo en pantalla como pueden ser: “ping” a una dirección IP, ejecución del comando “top”, los cuales permanecen indefinidamente en ejecución lo que puede ser contraproducente, ya que cualquier persona al ingresar y presionar Ctrl+Z tiene acceso total. Siempre se recomienda finalizar las sesiones con el comando “exit”.

De igual manera si se realizan conexiones remotas vía SSH es importante que en el equipo que se tiene acceso remoto cuente con bloqueo de pantalla tras cierto tiempo de inactividad y solicite contraseña para ingresar, y adicional para un cliente Windows, se puede bloquear la pantalla con la combinaciones de teclas Windows+L.

2.5 Seguridad para Elastix

2.5.1 Seguridad para HTTP.

Se puede agregar un nivel más de seguridad al servidor web solicitando usuario y contraseña, esto permite tener un control de acceso y también la posibilidad de registrar los intentos de acceso al servicio web. Para esto se debe realizar una serie de pasos que se describen a continuación:

- Crear una carpeta fuera del servidor web, la cual alojará el fichero con el usuario y contraseña. **#mkdir /usr/local/apache**
- Crear el usuario y asignar la contraseña al usuario. **#htpasswd -c /usr/local/apache/wwwpasswd fish**
- Ingresar al archivo de configuración de HTTP ubicado en “/etc/httpd/conf.d/elastic.conf”
- Agregar las siguientes líneas de código dentro del contexto <Directory “/var/www/html”>

AuthType Basic #Define el tipo de autenticación

AuthName "Primero debe identificarse" #Mensaje que se presenta en pantalla

AuthUserFile /usr/local/apache/wwwpasswd #Ruta del archivo con usuario

Require user fish

- Reiniciar el servicio. **Service httpd restart**
- Al concluir con la configuración y tratar de ingresar a la dirección de Elastix ahora se presentará la figura 3, donde se debe ingresar el Usuario y contraseña creado en los pasos anteriores.

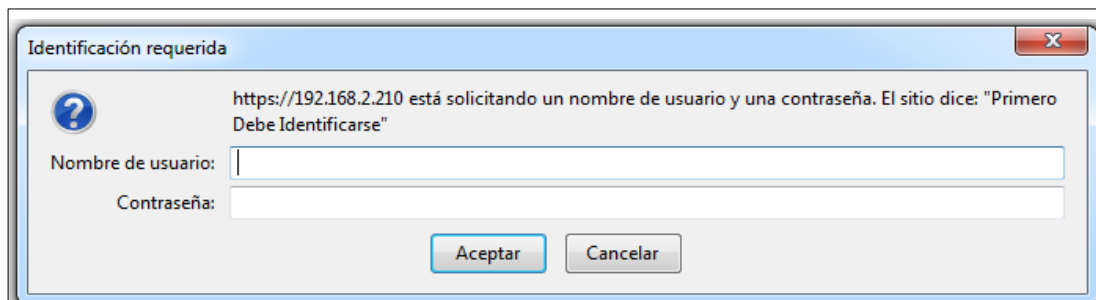


Figura 3. Ventana emergente para autenticarse

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Se recomienda no utilizar el mismo usuario ni contraseña que en Elastix, ya que esta configuración no cifra la contraseña al ser transmitida al servidor, esta recomendación se basa en protocolos HTTPPS pero se soluciona utilizando HTTPS. (The Apache Software Foundation, 2012).

2.5.2 Cortafuegos (firewall).

Cortafuegos o firewall, es un elemento de hardware o software encargado de filtrar el tráfico entre equipos, pudiendo analizar el destino u origen de los paquetes así como los puertos. El cortafuegos de CentOS, llamado Iptables, se lo puede configurar desde Elastix, el cual es uno de los más utilizados en las distribuciones GNU/Linux por su estabilidad y robustez. En versiones anteriores a la 2.3 de Elastix se debía configurar el Firewall de forma manual ingresando comandos desde consola, por ejemplo para permitir el tráfico SIP se debe ingresar la siguiente instrucción:

```
# iptables -A INPUT -p udp -m udp -i eth0 --dport 5060 -j ACCEPT
```

En la versión actual se cuenta con la facilidad de configurar el Firewall de manera gráfica, con lo cual es más sencillo realizarla. El sistema viene configurado con los puertos que son necesarios para su funcionamiento, y si se desea se puede modificar o cerrar aquellos que no se van a utilizar, de igual manera se pueden agregar nuevos puertos para ser abiertos y de esta manera crear nuevas reglas en la figura 3 se puede apreciar la configuración en modo gráfico, permitiendo el tráfico para el protocolo SIP que utiliza el puerto 5060.

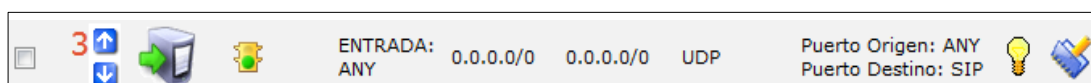


Figura 4. Representación gráfica de configuración de cortafuegos

Elaborado por: Fernando Sarzosa

2.5.3 Deshabilitar opciones por defecto en Elastix.

Por motivos de seguridad se deben deshabilitar o eliminar ciertas configuraciones:

- Eliminar la troncal “Zap Channel g0” la cual permite llamadas si se conectan directamente a las líneas que entrega el proveedor (PSTN). Esta configuración es necesaria solo si se tiene instalada una tarjeta FXO directamente en el servidor.

- En las rutas salientes se debe eliminar: “9_outside”, la cual permite todo tipo de llamadas sin restricción con tan solo anteponer el número 9. 9_outside tiene como configuración predeterminada “9[.]” que permite marcar 9 y salir a cualquier número.
- Deshabilitar la opción “ChanSpy” la cual permite escuchar las conversaciones.

2.6 Monitoreo de Elastix

2.6.1 Herramienta de monitoreo Fail2ban.

Fail2Ban es una herramienta que analiza logs en busca de autenticaciones fallidas y tras un número determinado de veces fallidas procede a bloquear la IP. Este bloqueo lo realiza el Firewall a petición de las reglas de Fail2ban. Se deben configurar algunos valores en el archivo “/etc/fail2ban/jail.conf”:

- Bantime, este es el valor que determina el tiempo que se bloquea la IP y puede ser de 3600 segundos.
- Maxretry, es el número máximo de veces que una dirección IP puede autenticarse erróneamente.

2.6.1.1 Herramienta de monitoreo Fail2ban y SSH.

En el archivo de configuración se deben agregar las líneas según se muestra en la figura 5, para que rastree los logs de SSH y pueda bloquear a la IP atacante. Se puede cambiar el puerto por defecto que es el 22 a otro como por ejemplo 5422.

```

1 [ssh-iptables]
2 enabled = true # habilita el sondeo
3 filter = sshd # filtro para las conexiones ssh
4 action = iptables[name=SSH, port=ssh, protocol=tcp]
5 sendmail-whois[name=SSH, dest=fishkdo@gmail.com, sender=fail2ban@example.com]
6 # se indica la dirección de correo a enviar la notificación
7 # si se produce algún evento y la regla que se envía a Iptables.
8 logpath = /var/log/secure # se indica el archivo de log a verificar
9 maxretry = 3 # número máximo de intentos

```

Figura 5. Contenido de archivo de configuración de Fail2Ban

Elaborado por: Fernando Sarzosa

2.6.1.2 Herramienta de monitoreo Fail2Ban y Asterisk

Se configura fail2ban para que lea los registros de Asterisk y la secuencia de comandos son los siguientes (Elastix Wiki, 2013) :

En el directorio “/etc/fail2ban/filter.d” se debe crear el un fichero “asterisk.conf” con el contenido de la figura 6, con ello se indica a la herramienta de monitoreo Fail2ban que debe controlar los logs de Asterisk.

```
1 [INCLUDES]
2 before = common.conf
3 [Definition]
4 # Asterisk 1.8 uses Host:Port format which is reflected here
5 failregex =
6 NOTICE.* *: Registration from '.*' failed for '<HOST>:.*' - Wrong password
7 NOTICE.* *: Registration from '.*' failed for '<HOST>:.*' - No matching peer found
8 NOTICE.* *: Registration from '.*' failed for '<HOST>:.*' - Username/auth name mismatch
9 NOTICE.* *: Registration from '.*' failed for '<HOST>:.*' - Device does not match ACL
10 NOTICE.* *: Registration from '.*' failed for '<HOST>:.*' - Peer is not supposed to register
11 NOTICE.* *: Registration from '.*' failed for '<HOST>:.*' - ACL error (permit/deny)
12 NOTICE.* *: Registration from '.*' failed for '<HOST>:.*' - Device does not match ACL
13 NOTICE.* *: Registration from '".*"' failed for '<HOST>:.*' - No matching peer found
14 NOTICE.* *: Registration from '".*"' failed for '<HOST>:.*' - Wrong password
15 NOTICE.* <HOST> failed to authenticate as '.*'$
16 NOTICE.* *: No registration for peer '.*' \ (from <HOST>\)
17 NOTICE.* *: Host <HOST> failed MD5 authentication for '.*' (.)
18 NOTICE.* *: Failed to authenticate user .*@<HOST>.*
19 NOTICE.* *: <HOST> failed to authenticate as '.*'
20 NOTICE.* *: <HOST> tried to authenticate with nonexistent user '.*'
21 VERBOSE.*SIP/<HOST>-.*Received incoming SIP connection from unknown peer
22 ignoreregex =
```

Figura 6. Código del archivo “asterisk.conf”

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 6 se aprecia la configuración del archivo fail.conf, a continuación se detalla la función que cumple cada línea de código:

- Nombre de servicio
- Se especifica que el servicio está habilitado.
- El tipo de filtro, toma el nombre del archivo anteriormente configurado.
- La acción que se debe tomar, en este caso, mediante el firewall bloquea todo. tipo de acceso de la dirección IP que se han registrado los logs.
- La dirección de correo electrónico donde se envían las alertas.
- La dirección donde se encuentra el log.

- El número máximo de intentos fallidos que se permite antes que se bloquee la dirección IP.
- El tiempo de bloqueo a la dirección IP.

```

1 [asterisk-iptables]
2 enabled = true
3 filter = asterisk
4 action = iptables-allports[name=ASTERISK, protocol=all]
5 sendmail-whois[name=ASTERISK, dest=fishkdo@gmail.com, sender=fail2ban@company.com]
6 logpath = /var/log/asterisk/full
7 maxretry = 5
8 bantime = 600

```

Figura 7. Código del archivo “jail.conf” para Asterisk

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Posteriormente se debe editar el archivo “/etc/asterisk/logger.conf”, quitando el comentario a la línea “messages => notice,warning,error”. Si se encuentra sin comentario es decir sin el punto y coma (;) al inicio, percátense que tenga la palabra “notice” previo a “warning”.

Recargar el módulo de logs con la siguiente línea “asterisk -rx module reload logger”.

2.6.1.3 Fail2Ban y HTTP.

Debido a la configuración previa de autenticación realizada en HTTP ahora también se puede utilizar Fail2ban ya que se posee logs al ingresar o al tratar de ingresar por medio de HTTP. Para esto se debe configurar el archivo “jail.conf” como se muestra en la figura 8

```

1 [apache-tcpwrapper]
2 enabled = true
3 filter = apache-auth
4 action = iptables-allports[name=httpd, port=ssh, protocol=all]
5 sendmail-whois[name=httpd, dest=fishkdo@gmail.com, sender=fail2ban@example.com]
6 logpath = /var/log/httpd/error_log
7 maxretry = 6

```

Figura 8. Código archivo jail.conf para HTTP

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Al finalizar las configuraciones se procede a reiniciar el servicio con el comando **“service fail2ban restart”** para que los cambios surtan efecto.

Se establece que el servicio arranque automáticamente al momento que se enciende el equipo con el comando **“chkconfig fail2ban on”**.

2.6.2 Sistema de monitoreo Pandora FMS.

Pandora es un software de código abierto el cual permite el monitoreo de sistemas, aplicaciones o dispositivos. Permitiendo conocer el estado de cada elemento de un sistemas a lo largo del tiempo.

Se puede realizar un descubrimiento automático de los servidores GNU/Linux, para ello se debe crear en el “gestor de servidores” un escaneo inicial en los equipos con dicho sistemas operativo y realizar la búsqueda, la cual dura varios minutos dependiendo de la red y la cantidad de dispositivos.

Para iniciar con el monitoreo se debe descargar (<http://goo.gl/otOq3K>) e instalar el agente en Elastix para que pueda enviar la información que se va a recolectar. Para ello, desde la consola de Elastix se deben realizar los siguientes pasos de (Pandora FMS, 2013):

- Descargar el agente “wget <http://goo.gl/otOq3K>”.
- Instalar el paquete “rpm -i pandorafms_agent_unix-5.0SP2-.noarch.rpm”.
- Editar el archivo “vim /etc/pandora/pandora_agent.conf”.
- Ingresar la dirección IP del Servidor Pandora.
- Iniciar el servicio “/etc/init.d/pandora_agent_daemon start”.
- Si no se instala el servicio pero se evidencia la presencia del archivo pandora_agent_demon en “/etc/rc3.d”, este sería el último paso de la instalación. Caso contrario se deben realizar los siguientes pasos:

- Configurar como servicio de inicio del sistema

“ln -s /etc/init.d/pandora_agent_daemon /etc/rc3.d/S99pandora_agent_d”

- Por último, para asegurar que el agente se detiene en el sistema, se deben crear los enlaces (scripts):

“ln -s /etc/init.d/pandora_agent_daemon /etc/rc0.d/K99pandora_agent”

“ln -s /etc/init.d/pandora_agent_daemon /etc/rc6.d/K99pandora_agent”

Una vez instalado el agente se puede personalizar o crear módulos para que presente información, en la figura 9 se puede apreciar el código para crear un módulo personalizado, el que va a monitorear los canales SIP activos

```
1 #Show active peers registered
2 module_begin
3 # inicio del módulo
4 module_name Actividad de Peers Registrados
5 # Nombre del módulo
6 module_description Uso de canales SIP
7 # Descripción del módulo
8 module_type generic_data
9 #tipo de dato que va entregar, en este caso genérico
10 module_exec asterisk -rx "core show channels" | grep "active SIP dialog" | awk '{print$1}'
11 # la línea que se va a ejecutar, consulta el número de canales activos.
12 module_max 30
13 # valor máximo que puede alcanzar el modulo
14 module_min 0
15 # valor mínimo
16 module_min_warning 15
17 # valor mínimo que cambia el estado a peligro
18 module_max_warning 24
19 # valor máximo de peligro
20 module_min_critical 25
21 # valor mínimo en el que el modulo cambia su estado a crítico
22 module_max_critical 30
23 # valor máximo que se encuentra en estado crítico
24 module_end # fin del modulo
```

Figura 9. Código para monitoreo de canales SIP

Elaborado por: Fernando Sarzosa

2.6.2.1 Configuración de alertas.

La configuración de una alerta se compone de:

- Comando, es el Script que ejecutará la alerta al dispararse por ejemplo enviar un correo electrónico.
- Acción, son los parámetros con los que se ejecuta el comando, por ejemplo el destinatario del correo.
- Plantilla, las condiciones bajo las cuales se dispara la alerta por ejemplo cuando un módulo pasa a estado crítico. Aquí se puede definir el horario cuando se envía la alerta.

Una vez realizadas las configuraciones de las alertas se debe configurar el servidor para poder enviar correos electrónicos. (PandoraFMS, 2012).

Se debe tener en cuenta que esta configuración es para cuentas Gmail. Para iniciar con la configuración, no se debe quitar el comentario como se muestra en la figura 10, como lo describe la Wiki de Pandora, en el archivo “pandora_server.conf”, ubicado en “/etc/pandora/”, ya que produce un conflicto con la configuración posterior del servidor de correo Postfix.

```
1 mta_address localhost
2 #mta_port 587
3 #mta_user fishkdo@gmail.com
4 #mta_pass clavedelacuenta
5 #mta_auth LOGIN
6 #mta_from Pandora FMS <pandora@mydomain.com>
```

Figura 10. Contenido del archivo “pandora_server.conf”

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Se debe configurar el servidor de correo de software libre Postfix, para ello realizar las siguientes configuraciones:

- Editar el archivo “/etc/postfix/main.cf” y añadir la configuración detallada en la figura 11

```
1 relayhost = [smtp.gmail.com]:587
2 # indica el servidor y puerto al que debe conectarse.
3 smtp_sasl_auth_enable = yes
4 # indica que la cuenta si necesita autenticación.
5 smtp_sasl_password_maps = hash:/etc/postfix/sasl/passwd
6 # indica el archivo que contiene la contraseña.
7 smtp_sasl_security_options = noanonymous
8 # No permite conexiones anónimas
9 smtp_use_tls = yes
10 # Indica que la método de seguridad a ser utilizado es TLS
11 smtp_tls_CAfile = /etc/postfix/cacert.pem
12 # Indica la dirección del certificado de seguridad.
```

Figura 11. Configuración de archivo main.cf

Elaborado por: Fernando Sarzosa

- Cambiar “inet_protocols = all” por “int_protocols= ipv4”
- Crear el archivo “/etc/postfix/sasl/passwd” con el siguiente contenido
[smtp.gmail.com]:587 fishkdo@gmail.com:clavedelacuenta
- Cambiar los privilegios del archivo con:
chmod 600 “/etc/postfix/sasl/passwd”
- Transformar el archivo anterior a uno indexado de tipo hash con el siguiente comando, lo que permite crear un archivo con extensión .db, con el comando:
postmap /etc/postfix/sasl/passwd
- Luego se deben crear los certificados de seguridad, en la siguiente dirección “/etc/pki/tls” y ejecutar el comando:
openssl req -x509 -nodes -newkey rsa:2048 -days 3600 -out cert/fish.crt -keyout private/fish.key
- La línea anterior crea dos archivos (fish.crt y fish.key) los cuales son el certificado y la llave de seguridad. Ahora deben ser empaquetados en un archivo .pem con el siguiente comando:
cat etc/pki/tls/certs/fish.crt /etc/pki/tls/private/fish.key > fish.pem
- Se debe empaquetar el archivo generado con el nombre cacert.pem con el comando: **cat etc/pki/tls/fish.pem > /etc/postfix/cacert.pem**
- Reiniciar los servicios de pandora y postfix con:
/etc/init.d/pandora_server restart /etc/init.d/postfix restart
- Ahora se comprueba la configuración enviando un correo desde el terminal con el comando:
mail -s “Asunto-Log” fishkdo@gmail.com </var/log/maillog

- Al final del Archivo “/etc/aliases” quite el comentario y deje de esta manera “root: fishkdo@gmail.com”. Esto se lo realiza para que todos los correos dirigidos a root@local.domain se puedan redirigir a otro correo electrónico. (Dueñas, 2013)

CAPÍTULO 3

MEDICIONES Y PRUEBAS

3.1 Selección de softphone

Se realizó una comparación entre varios software para emular teléfonos IP, cuyos detalles se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Características de softphone

S.O. / softphone	Zoiper	3CX	QuteCom	XLite	LinPhone
GNU/Linux	X	-	X	-	X
Windows	X	X	X	X	X
Mac OS	X	-	X	X	X
Video	X	X	X	X	
Múltiple Llamada	X	X	-	X	X
Múltiple Cuenta	X	X	-	-	X
Botón de Transferencia	-	X	-	-	X
Notificación de llamadas	X	X	X	X	-
Puerto RTP Automático	X	X	-	-	-
Consumo de recursos	Bajo	Medio	Alto	Alto	Bajo
Llamada en un clic	-	X	-	-	-
Idioma en Español	X	X	-	-	-
Gratuito	X	X	X	X	X
Interfaz Amigable	X	X	-	X	-

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Una vez revisadas las características principales de los softphone se realizó una instalación de los mismos para que los usuarios los ocupen y presenten comentarios sobre dichos software.

Al final de las pruebas se escogieron 3 softphone diferentes, por las siguientes razones:

- Consumo de recurso, que debía ser medio o bajo
- Interfaz amigable, la cual fue escogida por los usuarios en diferentes sistemas operativos tales como GNU/Linux (UBUNTU), Windows y Mac OS.
- Múltiple llamada, que pueda realizar varias llamadas desde el mismo teléfono manteniendo una activa y las otras en espera.

De esta manera se instaló para usuarios Windows, 3CX figura 12; GNU/Linux, Zoiper figura 13 y Mac OS, Xlite figura 14.



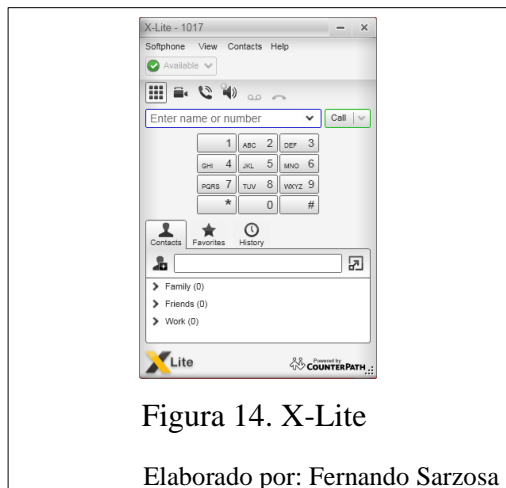


Figura 14. X-Lite

Elaborado por: Fernando Sarzosa

La unificación de los softphone no fue posible, ya que cada uno de ellos posee características diferentes y son mejores en cada sistema operativo.




3.2 Dispositivos móviles

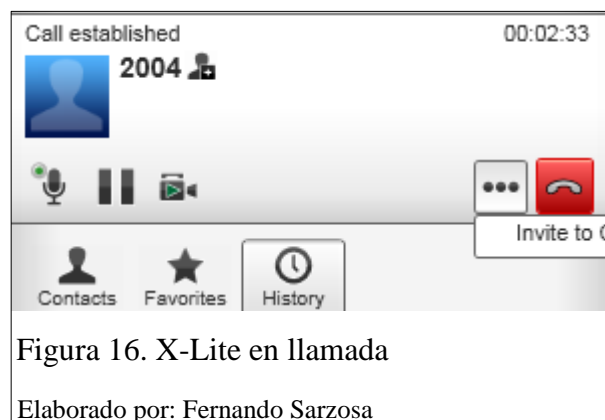
En dispositivos móviles se realizó la instalación de varios softphone y el que mejor resultados presentó fue Zoiper. En dispositivos con sistema Android 2.3 o superior se puede utilizar el cliente nativo para llamadas SIP, se las denomina “llamada por Internet”. Se ha encontrado un grave inconveniente en los diferentes aplicativos de softphone e incluso en el cliente nativo de Android y es el consumo excesivo de batería. En pruebas con el cliente, al activar la opción de recibir llamadas, se determinó que el consumo de la batería aumenta en un 35%, por esta razón se ha decidió utilizarlo solo para realizar llamadas. (Rojano, 2013)


3.3 Capacitación al personal

Al personal se le debe capacitar sobre el uso del softphone, para un óptimo trabajo. Con 3CX se tienen la posibilidad de marcado rápido abriendo la ventana izquierda y configurando los números a los cuales se puede llamar con un solo clic. Para activar video llamada, se debe abrir la ventana derecha del softphone. El botón “Hold” permite mantener las llamadas en espera. El botón “Transfer” permite transferir la llamada recibida que se encuentra activa, digitando el número de extensión a ser transferida y se presiona el botón verde de llamada. Como se aprecia en la figura 13.



En XLite permite realizar una conferencia entre 3 extensiones sin necesidad de realizar una llamada a la sala de reuniones. De igual manera posee botón de “Hold” identificado con el símbolo de pausa , para silenciar el micrófono se debe dar clic en el botón  y por último para activar video llamada se presiona el ícono de cámara , como se aprecia en la figura 16.



En Zoiper para poner una llamada en espera se debe dar clic en el ícono en forma de mano , se tiene una interfaz para el control de volumen tanto de micrófono y de altavoces.

3.3.1 Números especiales.

La central posee algunos números especiales que pueden ser de ayuda para los usuarios finales, en la tabla 9 se puede observar estos números.

Tabla 9. Números especiales de Elastix

Números	Descripción
7777	simula una llamada interna y se puede verificar el funcionamiento del IVR
*60	al marcar este número se averigua la hora
*65	permite conocer el número de extensión
*69	permite conocer el último número y devolver la llamada al mismo
*43	realiza pruebas de eco
*97	buzón de mensajes
**	permite contestar las llamadas de otra extensión por ejemplo si la extensión 2012 se encuentra sonando y nadie la atiende, se la puede recibir desde otro teléfono digitando **2012
*2	permite realizar transferencia atendida de llamadas

Elaborado por: Fernando Sarzosa

3.4 Integración con infraestructura actual.

La empresa posee líneas PSTN las cuales estaban conectadas directamente a teléfonos convencionales. Se adquirió un Gateway el cual convierte las líneas FXO en troncales SIP y permite utilizar dichas líneas en la central Elastix. Se adquirió un adaptador para teléfonos convencionales el cual permite transformar extensiones SIP en líneas convencionales permitiendo conectar los teléfonos convencionales a la central telefónica.

Se han adquirido teléfonos inalámbricos IP los cuales permiten un manejo más fácil al personal administrativo. Como se puede apreciar en la figura 17. Como limitante se tiene la cobertura que poseen estos equipos que es alrededor de 15 metros a la redonda.



Figura 17. Teléfono inalámbrico

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Para las otras áreas se está adquiriendo teléfonos IP fijos, los cuales permanecerán conectados permanentemente y el modelo a ser adquirido se aprecia en la figura 18.



Figura 18. Teléfono fijo

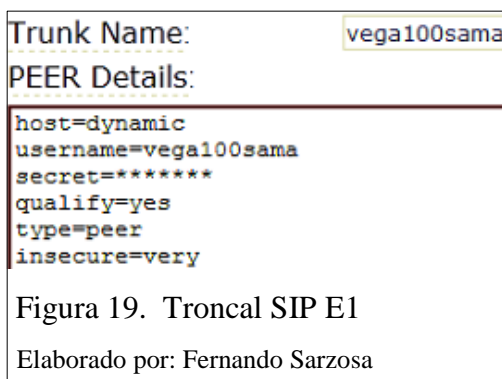
Fuente: Grandstream

3.5 Integración con nueva infraestructura

En el transcurso de la implementación de la central telefónica se ha visto en la necesidad de aumentar y mejorar la comunicación, ya que las líneas convencionales se saturan al ser ocupadas por una sola llamada, para evitar ese inconveniente se optó por adquirir un conjunto de 15 líneas telefónicas (medio E1), lo que permite tener 15 canales con un mismo número telefónico de contacto. Para utilizar este nuevo canal de comunicación se debió adquirir un nuevo equipo, un Gateway, el cual transforma los 15 canales digitales en una troncal SIP.

3.5.1 Configuración de troncal SIP-E1.

En Elastix se debe crear una troncal SIP con la configuración que se aprecia en la figura 19, para tener conexión con el Gateway E1:



Trunk Name: vega100sama

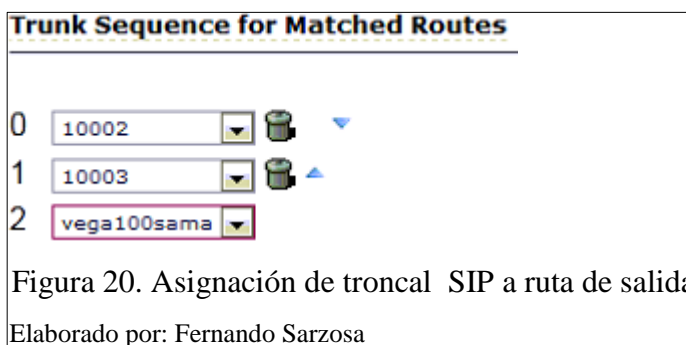
PEER Details:

```
host=dynamic
username=vega100sama
secret=*****
qualify=yes
type=peer
insecure=very
```

Figura 19. Troncal SIP E1

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En las rutas de salida se debe adicionar una nueva ruta o dentro de una existente añadir esta nueva troncal SIP, como se indica en la figura 20.



Trunk Sequence for Matched Routes

0	10002		
1	10003		
2	vega100sama		

Figura 20. Asignación de troncal SIP a ruta de salida

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En el Gateway Sangoma Vega 100G se debe realizar varias configuraciones descritas a continuación y como se aprecia en la figura 21:

- Se debe acceder a la configuración rápida.
- En el mensaje de “Warning” dar clic en continuar.
- Especificar una dirección IP fija, números de emergencia y cambiar la clave de acceso.

Country	US	Timezone Offset (HHMM)	-0500	Emergency Numbers	101,911
LAN 1 Configuration					
Interface			Physical		
<input type="checkbox"/> Obtain IP Settings automatically Using DHCP			Speed	Auto	
IP Address	192.168.2.15		Duplex	Full	
Subnet Mask	255.255.255.0		QoS		
Gateway	192.168.2.1		TOS/Diffserve	0	
Preferred DNS Server	192.168.2.1		802.1pQ	<input type="checkbox"/>	
Alternate DNS Server	8.8.8.8		VLAN ID	0	
NTP Time Server	0.0.0.0		Priority	0	

Figura 21. Configuración IP Gateway E1

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la sección VoIP de la configuración se debe realizar los siguientes pasos, así como se aprecia en la figura 22.

- Indicar la dirección del servidor Elastix.
- Ingresar usuario y contraseña, las cuales fueron definidas en la troncal SIP creada en Elastix.

Basic Config		VoIP	E1	Submit
VoIP Device Configuration				
Registration Mode	Gateway			
Outbound Proxy Used?	No			
SIP Domain	192.168.2.60			
SIP Server IP/Name	192.168.2.60			
Outbound proxy IP/Name	192.168.2.17			
Registration and Authentication ID	vega100sama			
Authentication Password	****			

Figura 22. Configuración VoIP en E1

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la sección E1/T1 se debe seleccionar los siguientes parámetros que se aprecia en la figura 23.

Basic Config [?] **VoIP** **E1** [Submit]

Telephone Connections

Interface	Handle Emergency Calls?	Telephone Number List Same As Interface	Telephone Number
0401	<input checked="" type="checkbox"/>	None	*
0402	<input checked="" type="checkbox"/>	None	*

Port Settings

Topology: **E1** Protocol: **etsi** Framing: **pcm30**

Interface	NT?	Number of Channels	Channel Allocation
0401	<input type="checkbox"/>	15	default
0402	<input type="checkbox"/>	15	default

Figura 23. Configuración E1

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Una vez realizada estas “configuraciones rápidas” se debe acceder a la “configuración experta”. Dirigirse a E1/T1 donde se deben especificar los protocolos de conexión que usa el proveedor, como se aprecia en la figura 24.

Ports	1	2
Port	1	2
Enabled	on	off
Network Protocol	etsi	etsi
NT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Clock Master	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bus Master Priority	1	1
Framing	pcm30	pcm30
Line Encoding	hdb3	hdb3
TDM Profile	1	1
E1 rx Short Haul	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Groups	Modify Groups	Modify Groups

Figura 24. Configuración avanzada E1

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la configuración avanzada del perfil SIP seleccionar la opción “calling Party” en “User Info” (Palo Santo, 2014).

3.6 Estudio de Codec

La palabra codec es una abreviatura de “codificador-decodificador”, y describe a un software que se utiliza para comprimir o descomprimir un archivo multimedia, pero en la práctica se ha llegado a utilizar la palabra “codec” para definir a los formatos de los archivos. (Microsoft, 2014). Existen codec por ejemplo para video y audio. En Audio se tiene tres grupos que son:

3.6.1 Codec sin pérdida.

Los archivos sin pérdida conservan la calidad de audio original, por lo general no comprimen la información. El formato mayormente utilizado y conocida es WAV el cual permite tener una copia casi exacta de la fuente original, la cantidad de espacio que ocupa es muy grande e innecesaria.

3.6.2 Codec con pérdida.

Este tipo de archivos aprovechan la limitación que posee el oído humano en captar las frecuencias, por esta razón se eliminan las frecuencias no audibles (inferiores a 20Hz y superiores a 20Kz). El formato mayormente utilizado y difundido es MP3 existen otros con mejor compresión como es AAC y otros de código abierto que no necesitan de patentes como es OGG.

3.6.3 Codec de voz.

La comunicación por voz es analógica por esta razón debe ser transformada a señal digital para poder ser transmitida por la red de datos. En este proceso de conversión se lo realiza mediante tres pasos denominados digitalización y son:

3.6.3.1 Muestreo.

Este proceso consiste en tomar valores en un instante de tiempo definido de una señal analógica, se realiza a un ritmo uniforme que viene dado por la frecuencia de muestreo, como se muestra en la figura 25.

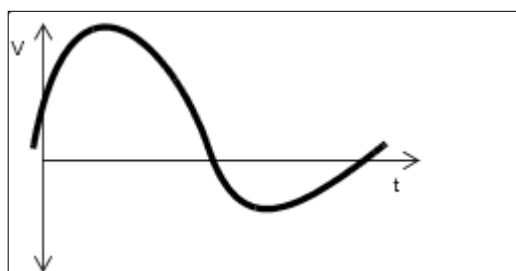


Figura 25. Señal analógica

Fuente: (ALBEDO TELECOM, 2010, pág. 14)

3.6.3.2 Cuantificación.

Es un proceso donde se asignan valores a las amplitudes de las muestras obtenidas en el proceso anterior, como se muestra en la figura 26.

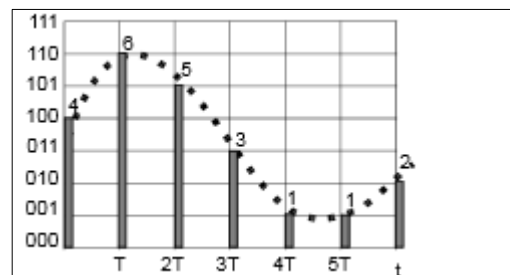


Figura 26. Señal cuantificada

Fuente: (ALBEDO TELECOM, 2010, pág. 14)

3.6.3.3 Codificación – Decodificación.

La codificación es el proceso mediante el cual se representa en código binario la muestra cuantificada. En decodificación se reconstruyen las muestras a partir del código binario recibido, como se muestra en la figura 27.



Figura 27. Señal digitalizada

Fuente: (ALBEDO TELECOM, 2010, pág. 14)

3.7 Codec soportados por Elastix

Elastix posee codec instalados por defecto, también se puede instalar nuevos codec de ser necesario. A continuación en las tablas 10 y 11, se listan los codec de audio y de video que soporta por defecto la central.

Tabla 10. Codec de audio soportados por Elastix

Codec	Detalle de Codec
g723	(G.723.1)
Gsm	(GSM)
Ulaw	(G.711 u-law)
Alaw	(G.711 A-law)
g726aal2	(G.726 AAL2)
Adpcm	(ADPCM)
Slin	(16 bit Signed Linear PCM)
lpc10	(LPC10)
g729	(G.729A)
Speex	(SpeeX)
Ilbc	(iLBC)
g726	(G.726 RFC3551)
g722	(G722)
siren7	(ITU G.722.1 (Siren7, licensed from Polycom))
siren14	(ITU G.722.1 (Siren14, licensed from Polycom))
slin16	(16 bit Signed Linear PCM (16kHz))
g719	(ITU G.719)
speex16	(SpeeX 16khz)

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Tabla 11. Codec de video soportado por Elastix

Codec	Detalle de Codec
h261	(H.261 Video)
h263	(H.263 Video)
h263p	(H.263+ Video)
h264	(H.264 Video)
mpeg4	(MPEG4 Video)

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Para visualizar los codec disponibles, desde consola digitar el siguiente comando “core show codecs”. También se puede conocer el tiempo conversión entre los diferentes formatos, para ello se digita el comando “core show translation”, en la tabla 12 y 13 se aprecia el tiempo de conversión dado en micro segundos entre un codec y otro.

Tabla 12. Tiempo de codificación en micro segundos

Codec	Gsm	ulaw	Alaw	g726aal2	lpc10
Gsm	-	2	2	2001	3000
Ulaw	1001	-	1	2001	3000
Alaw	1001	1	-	2001	3000
g726aal2	2000	1001	1001	-	3999
adpcm	1001	2	2	2001	3000
Slin	1000	1	1	2000	2999
lpc10	2000	1001	1001	3000	-
g729*	-	-	-	-	-
Speex	2000	1001	1001	3000	3999
ilbc	2000	1001	1001	3000	3999
g726	2000	1001	1001	3000	3999
g722	1001	2	2	2001	3000
slin16	1002	3	3	2002	3001
speex16	2002	1003	1003	3002	4001
testlaw	1001	2	2	2001	3000

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Tabla 13. Tiempo de codificación en micro segundos

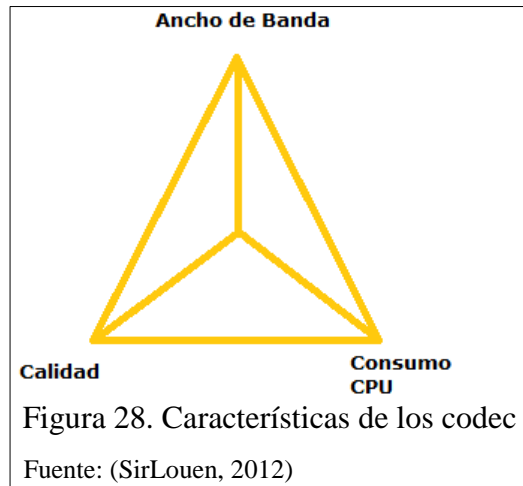
Codec	Speex	ilbc	g726	g722	speex16
Gsm	9999	7999	3001	2	7001
Ulaw	9999	7999	3001	2	7001
Alaw	9999	7999	3001	2	7001
g726aal2	10998	8998	4000	1001	8000
Adpcm	9999	7999	3001	2	7001
Slin	9998	7998	3000	1	7000
lpc10	10998	8998	4000	1001	8000
g729	-	-	-	-	-
Speex	-	8998	4000	1001	8000
Ilbc	10998	-	4000	1001	8000
g726	10998	8998	-	1001	8000
g722	9999	7999	3001	-	6999
slin16	10000	8000	3002	1	5999
speex16	11000	9000	4002	1001	-
testlaw	9999	7999	3001	2	7001

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Del codec G729 no se tienen datos de codificación, ya que existen diferentes versiones del mismo y depende de la licencia que se adquiera.

Cada codec tiene diferentes características pero estas se las puede resumir en tres principales según (Wikiasterisk, 2012). En la figura 28 se aprecia un triángulo en el cual, si prefiere optar por tender hacia un vértice, se sacrifica el resto.

- Consumo de ancho de banda.
- Calidad de voz.
- Consumo de CPU.



Teniendo en cuenta estas características, un codec que comprima la información y mantenga buena calidad, el consumo del CPU sería elevado.

De igual manera si se desea mantener una compresión baja y consumo bajo de CPU, se utiliza un alto ancho de banda.

Por esta razón hay que buscar el equilibrio entre las tres características. Se puede tener un codec que sea eficiente en los tres vértices del triángulo, pero, por lo general viene acompañado de licencias con costos elevados y no compatibles con los equipos existentes.

Se realizaron pruebas con los diferentes codec que se encuentran instalados por defecto en los softphone y teléfono SIP, en la tabla 14 se encuentra los codec que soportan los softphone.

Tabla 14. Codec soportado por softphone y teléfono SIP

softphone \ Codec	GSM	u-Law	Speex	iLBC	OPUS	G729
3CX	X	X	-	-	-	-
Zoiper	X	X	X	X	-	-
X-Lite	-	X	X	X	X	-
Grandstream	X	X	-	-	-	X

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Se tomaron en cuenta las pruebas realizadas por (Frisbie, 2014) las cuales se pueden descargar y escuchar las grabaciones con los diferentes codec.

3.8 Pruebas de rendimiento

Se han realizado una serie de pruebas en un ambiente controlado y a continuación se detallan las características de los equipos:

- Servidor, procesador Intel Xeon 2.00 Ghz y 1GB de RAM.
- Elastix 2.4.0, Asterisk 1.8.20, FreePBX 2.8.1 y Webmin 1.67
- Clientes, diez máquinas virtuales con windows XP y Zoiper como softphone.

En la figura 29 se aprecia el consumo de CPU y memoria RAM del servicio Asterisk, antes de iniciar las pruebas.

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
2442	asterisk	15	0	727m	36m	11m	S	0.0	3.6	1:17.11	asterisk

Figura 29. Consumo de recursos del proceso Asterisk

Elaborado por: Fernando Sarzosa

La tabla 15 describe el consumo de CPU, memoria RAM y tráfico de datos, con una llamada dirigida a la central telefónica.

Tabla 15. Rendimiento con una llamada

CODEC \ Recursos	CPU (%)	RAM (%)	Tráfico Subida (KB/s)	Tráfico Bajada (KB/s)
Reposo	0	3.7	0.69	0.64
uLaw	0.7	3.7	12.12	12.90
gsm	2.0	3.7	5.08	5.9
speex	7.3	3.7	4.90	4.97
ilbc30	14.7	3.7	4.22	4.72

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 30 se aprecia 10 extensiones, de las cuales una se encuentra realizando la llamada y 9 se encuentran en estado de espera.



La tabla 16 describe el consumo de CPU, memoria RAM y tráfico de datos, con 5 llamadas concurrentes dirigida a la central telefónica.

Tabla 16. Rendimiento con cinco llamada

CODEC \ Recursos	CPU (%)	RAM (%)	Tráfico Subida (KB/s)	Tráfico Bajada (KB/s)
Reposo	0		0.69	0.64
uLaw	2.3	3.7	55.42	55.95
gsm	7.3	3.7	23.08	24.52
speex	10.0	3.7	20.54	22.11
Ilbc30	31.3	3.7	18.57	19.06

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 31 se aprecia 10 extensiones, de las cuales 5 se encuentran realizando llamadas y 5 se encuentran en estado de espera.



Figura 31. Cinco llamadas realizadas

Elaborado por: Fernando Sarzosa

La tabla 17 describe el consumo de CPU, memoria RAM y tráfico de datos, con 10 llamada concurrentes dirigida a la central telefónica.

Tabla 17. Rendimiento con diez llamada

CODEC \ Recursos	CPU (%)	RAM (%)	Tráfico Subida (KB/s)	Tráfico Bajada (KB/s)
Reposo	0	3.7	0.69	0.64
uLaw	5.3	3.7	110	111
gsm	17.3	3.7	46.31	46.25
speex	27.3	3.7	40.45	41.61
Ilbc30	69.8	3.7	33.93	33.99

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 32 se aprecia 10 extensiones, de las cuales 10 se encuentran realizando llamadas y ninguna se encuentra en estado de espera.



✓		2020 : 2020	2020	00:19:24	
✓		2021 : 2021	2021	00:13:53	
✓		2022 : 2022	2022	00:14:14	
✓		2023 : 2023	2023	00:14:03	
✓		2024 : 2024	2024	00:13:36	
✓		2025 : 2025	2025	00:06:01	
✓		2026 : 2026	2026	00:05:43	
✓		2027 : 2027	2027	00:04:53	
✓		2028 : 2028	2028	00:04:33	
✓		2029 : 2029	2029	00:03:50	

Figura 32. Diez llamadas realizadas

Elaborado por: Fernando Sarzosa

3.8.1 Calidad de la voz.

La medición de la calidad de voz es algo subjetivo ya que depende de la persona que está escuchando. Por esta razón se ha utilizado el método propuesto por la (Unión internacional de telecomunicaciones, 1996) recomendación P.800. Se utiliza el método “Nota media de opinión” MOS por sus siglas en inglés (mean opinion score), la cual indica que:

3.8.1.1 Elección de participantes.

Los sujetos son escogidos al azar entre los usuarios y se debería cumplir dos condiciones:

- No haber participado en trabajos relativos a la evaluación de la calidad de transmisión.
- No deben haber participado en ninguna otra prueba subjetiva en por lo menos seis meses.

3.8.1.2 Escala de opinión.

La UIT recomienda el uso de la escala de opinión, tabla 18, la cual debe realizarse después de cada llamada con los diferentes codec:

Tabla 18. Escala de calidad de escucha

Calidad de señal vocal	Nota
Excelente	5
Buena	4
Regular	3
Mediocre	2
Mala	1

Fuente: (UIT-T)

3.8.1.3 *Material de conversación.*

Se recomienda utilizar frases sencillas, breves y con significado, por ejemplo puede ser un artículo corto del periódico. El objetivo es que cada frase pueda incluirse en un intervalo de tiempo de 2 a 3 segundos, por ejemplo:

- El Ecuador es un país maravilloso.
- El murciélago es un mamífero.
- No había nada ahí dentro.
- El país se prepara para el mundial.
- ¿Cuál es el primer color de la bandera?

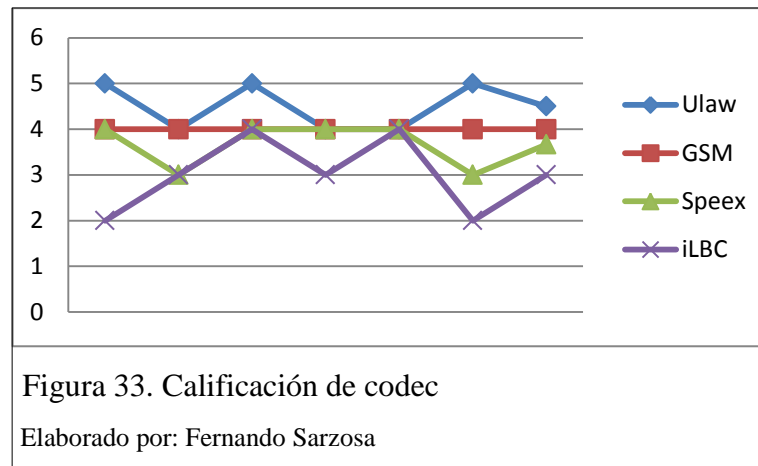
3.8.1.4 *Resultado.*

Las pruebas fueron aplicadas al 50% de la población de usuarios del sistema telefónico. En la tabla 19 y figura 33 se aprecia la calificación otorgada a los codec.

Tabla 19. Calificación de codec

Codec \ Valor de calificación	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	Promedio
Ulaw	5	4	5	4	4	5	4.5
GSM	4	4	4	4	4	4	4
Speex	4	3	4	4	4	3	3.6
iLBC	2	3	4	3	4	2	3

Elaborado por: Fernando Sarzosa



En la tabla 20 se describe la percepción de audio que tienen las personas después de haber realizado las pruebas de calidad de audio.

Tabla 20. Calidad de audio del codec

Codec	Percepción de calidad del audio
Ulaw	Excelente, se escucha de una forma natural no se percibe ninguna pérdida ni distorsión de la voz humana.
GSM	Bueno, se escucha buena calidad bajo un poco el volumen en comparación con uLaw.
Speex	Buena, la calidad del sonido es buena, se percibe un retardo al momento de estar en una conversación.
iLBC	Regular, el sonido nos es muy claro, la voz se distorsiona un poco, teniendo un efecto metalizado.

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Tomando en cuenta las pruebas realizadas se ha decidido utilizar y habilitar dos codec en la central telefónica, los cuales son: GSM y G.711 (uLaw ó PCMU). En los equipos fuera de la red local se activó solamente el codec GSM, ya que reduce el consumo de ancho de banda, mantiene una buena calidad de sonido y el consumo de CPU no es elevado.

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA

4.1 Evaluación técnica

4.1.1 Máquina virtual.

El utilizar máquinas virtuales en un servidor físico, permite utilizar de mejor manera los recursos como se puede apreciar en las siguientes capturas de pantalla, donde en la figura 35 se puede observar el uso de la central telefónica y en la figura 34 se puede observar las características totales del servidor físico.

Status	
Nombre	Elastix2.4-09
Estado	running
CPU usage	7.6% of 3CPUs
Memory usage	Total: 2.00GB Used: 774MB
Tiempo de uso	23 días 23:55:04
Managed by HA	No

Figura 34. Especificaciones de Proxmox

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Load average	0.28, 0.22, 0.19
CPUs	4 x Intel(R) Xeon(R) CPU E5504 @ 2.00GHz (1 Socket)
CPU usage	17.58%
IO delay	0.92%
RAM usage	Total: 11.72GB Used: 11.22GB
SWAP usage	Total: 11.00GB Used: 2.14GB
KSM sharing	2.78GB
HD space (root)	Total: 94.49GB Used: 50.16GB
PVE Manager version	pve-manager/3.1-3/dc0e9b0e
Kernel version	Linux 2.6.32-23-pve #1 SMP Tue Aug 6 07:04:06 CEST 2013

Figura 35. Especificaciones de máquina virtual Elastix

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 36 se puede apreciar el uso del CPU del sistema anfitrión y en la figura 37 el uso del CPU solamente de la máquina virtual de Elastix.

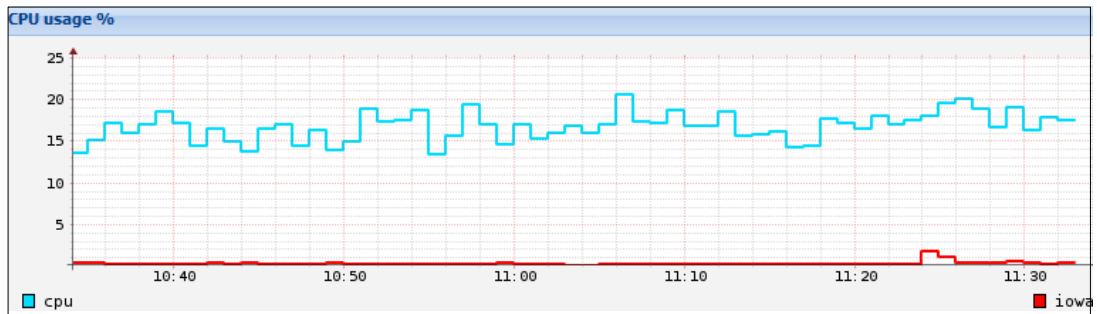


Figura 36. Uso del CPU en sistema anfitrión Proxmox

Elaborado por: Fernando Sarzosa

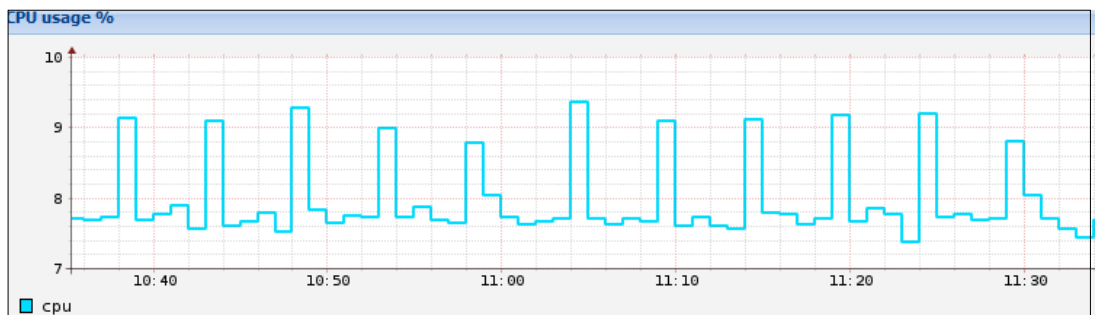


Figura 37. Uso de CPU Elastix

Elaborado por: Fernando Sarzosa

La figura 38 indica el uso de la memoria RAM del equipo anfitrión y la figura 39 de la memoria RAM de la máquina virtual.

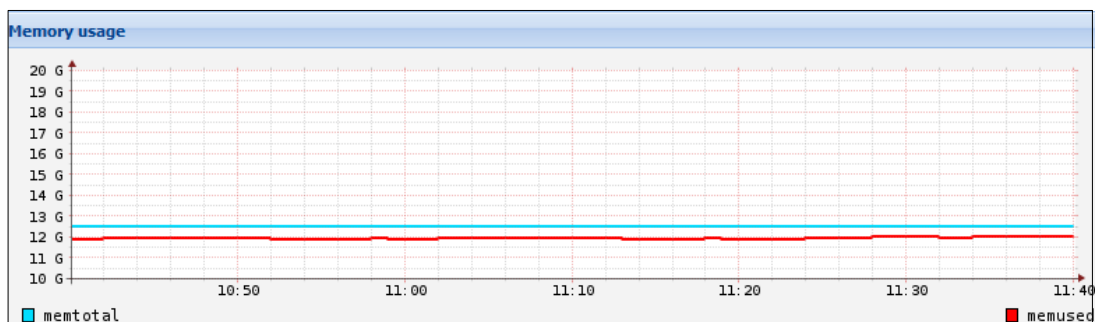


Figura 38. Uso memoria RAM de Proxmox

Elaborado por: Fernando Sarzosa

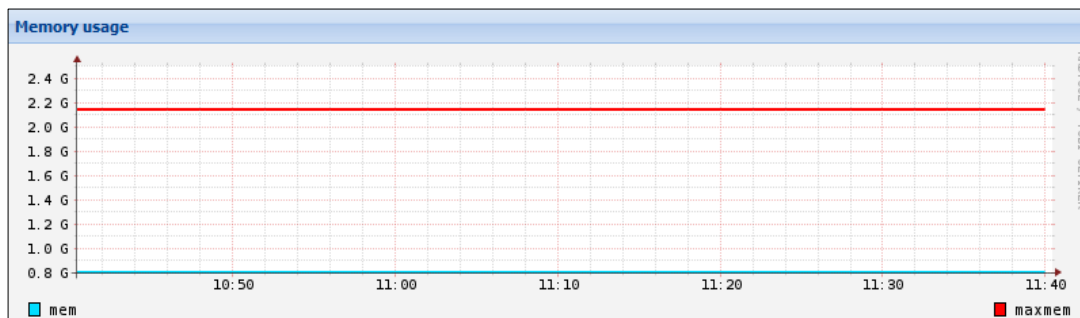


Figura 39. Uso de memoria RAM de Elastix

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Las interfaces virtuales son reconocidas como si fuesen interfaces físicas. La figura 40 muestra el tráfico de la interfaz del equipo anfitrión, es decir el total de las interfaces virtuales, y la figura 41 indica el tráfico exclusivo de la interfaz de Elastix.

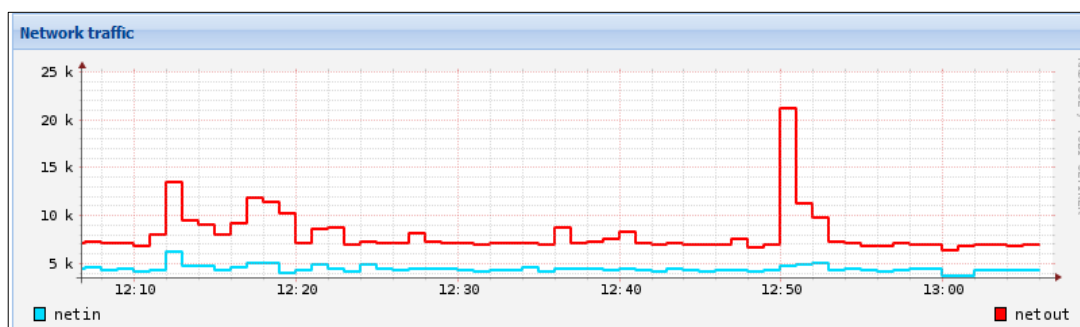


Figura 40. Tráfico reportado por la interfaz de red en Proxmox

Elaborado por: Fernando Sarzosa

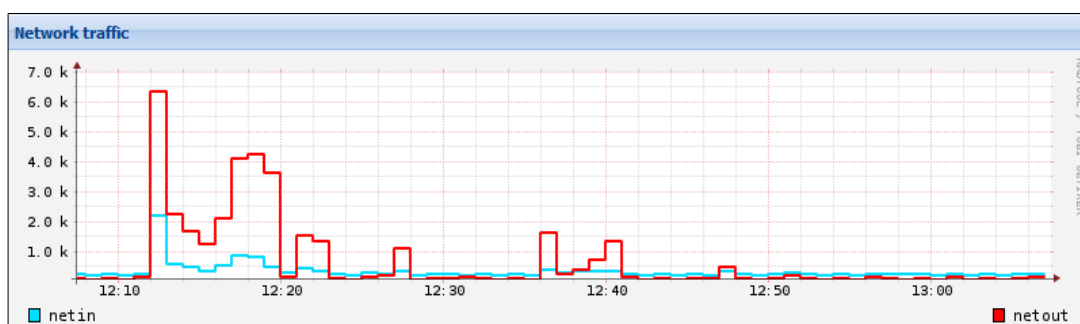


Figura 41. Tráfico reportado por la interfaz en Elastix

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 42 se puede apreciar las máquinas virtuales que se encuentran instaladas y configuradas para ser utilizadas en un solo equipo físico anfitrión "Proxmox". Cada

máquina virtual posee características independientes y utiliza los recursos del sistema anfitrión.

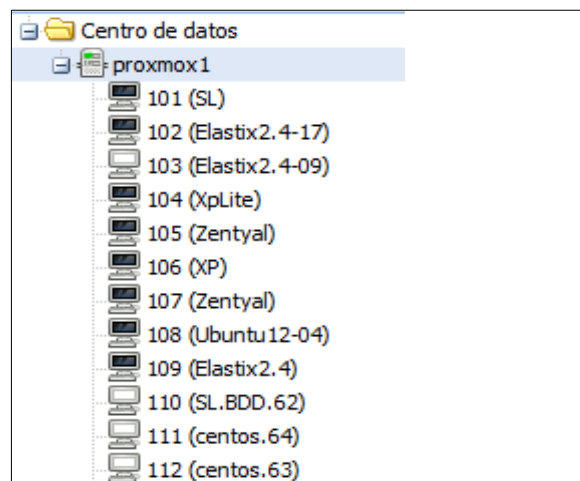


Figura 42. Máquinas virtuales en Proxmox

Elaborado por: Fernando Sarzosa

4.1.2 Integración con líneas telefónicas.

La integración con las líneas telefónicas convencionales se ha realizado con satisfacción, lo cual permitió utilizar los dos números de teléfono con los cuales la empresa tiene contacto: clientes y personal. Pero estas líneas poseen una limitación muy importante, la cual es que por un número telefónico se tiene una sola llamada, lo que limita la comunicación, ya que si se recibe o realiza una llamada el canal permanece ocupado. Por esta razón se optó por contratar un conjunto de líneas telefónicas, medio E1, asociadas a un único número telefónico donde se poseen 15 canales, lo cual se transforma en 15 llamadas para emisión o recepción. Las líneas convencionales ahora podrán anunciar la existencia de un número único de contacto.

4.1.3 Evaluación del monitoreo.

4.1.3.1 Reportes del monitoreo de Elastix.

Elastix facilita el monitoreo de las llamadas, entrantes, salientes, y el tiempo de las mismas. En la figura 43 se puede observar una muestra del monitoreo en el mes de febrero de 2014 (en este mes no se encontraba instalado el medio E1).

Fecha Inicio:	01 Feb 2014	Campo:	Destino		Filtrar
Fecha Fin:	28 Feb 2014	Estado:	TODOS		
		Grupo de Timbrado:	(cualquier grupo)		

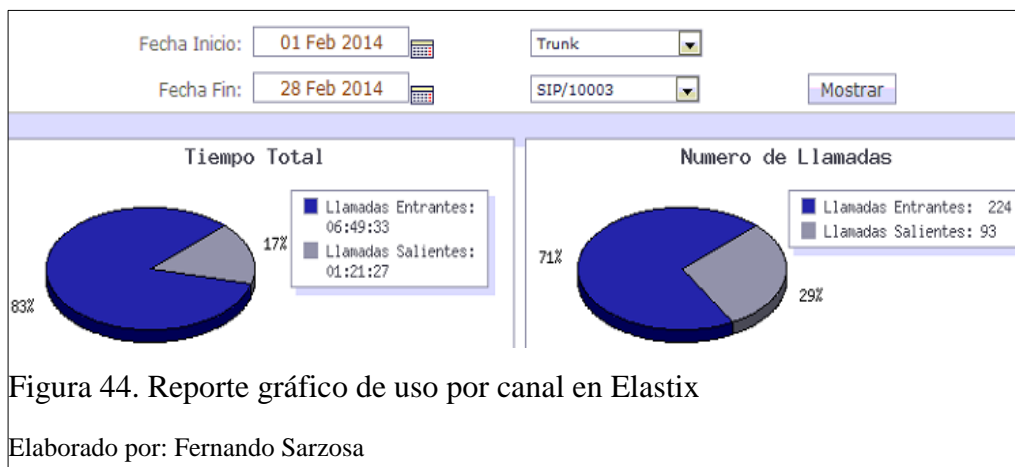
Exportar	Primero	Anterior (1 - 20 of 16281)	Siguiente	Último
----------	---------	----------------------------	-----------	--------

Fecha	Fuente	Grupo de Timbrado	Destino	Canal origen	Account Code	Canal destino	Estado	Duración
2014-02-28 18:53:25	022500739		2013	SIP/10003-000005e1		SIP/2013-000005e2	ANSWERED	224s (3m 44s)
2014-02-28 18:48:06	022500739		2013	SIP/10003-000005df		SIP/2013-000005e0	ANSWERED	241s (4m 1s)
2014-02-28 18:37:58	2012		0998300853	SIP/2012-000005dd		SIP/10002-000005de	ANSWERED	15s
2014-02-28 18:36:02	2011		0988484205	SIP/2011-000005db		SIP/10002-000005dc	ANSWERED	23s
2014-02-28 18:18:03	022416270		2013	SIP/10003-000005d9		SIP/2013-000005da	ANSWERED	45s
2014-02-28 18:16:41	022416270		hang	SIP/10002-000005d8			ANSWERED	63s (1m 3s)
2014-02-28 18:15:11	2211		2984700	SIP/2211-000005d6		SIP/10002-000005d7	ANSWERED	13s
2014-02-28 18:14:41	2211		2984700	SIP/2211-000005d4		SIP/10002-000005d5	ANSWERED	12s
2014-02-28 18:01:39	023300607		2011	SIP/10002-000005d2		SIP/2011-000005d3	ANSWERED	61s (1m 1s)
2014-02-28 18:00:39	023300607		i	SIP/10002-000005d1			ANSWERED	32s
2014-02-28 17:06:22	2011		0958916181	SIP/2011-000005cf		SIP/10002-000005d0	ANSWERED	38s
2014-02-28 16:53:00	2011		2556295	SIP/2011-000005cd		SIP/10002-000005ce	ANSWERED	13s
2014-02-28 16:51:26	022814513		2011	SIP/10003-000005cb		SIP/2011-000005cc	ANSWERED	51s
2014-02-28 16:00:45	2011		042880244	SIP/2011-000005c9		SIP/10002-000005ca	ANSWERED	79s (1m 19s)
2014-02-28 15:46:44	2211		2984700	SIP/2211-000005c7		SIP/10002-000005c8	ANSWERED	22s
2014-02-28 15:44:08	2211		2984700	SIP/2211-000005c5		SIP/10002-000005c6	ANSWERED	22s
2014-02-28 15:39:54	2211		2984700	SIP/2211-000005c3		SIP/10002-000005c4	ANSWERED	21s

Figura 43. Regidtro detallado de llamadas (Call Detail Record - CDR).

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En el reporte gráfico por canal, figura 44, se puede tener un detalle del total de minutos en llamadas, tanto entrantes como salientes, en un rango de tiempo definido.



El “resumen de llamadas” indica el número de llamadas realizadas por extensión, así como el tiempo total de llamadas entrantes y salientes, como se aprecia en la figura 45.

Fecha inicio: 01 Feb 2014

Filtrar por: Extensión

Mostrar

Fecha fin: 28 Feb 2014

<div>✓ Primero / Anterior (1 - 35 of 35) Siguiente ↓ Último</div>						
Extensión ▼	nombre usuario	# llamadas entrantes	# llamadas salientes	Tiempo total (Llamadas Entrantes)	Tiempo total (Llamadas Salientes)	Detalles
2000	Alejandro Segovia	7	594	00h. 06m. 26s	13h. 00m. 51s	Ver
2001	Carlos Espinosa	0	2	00h. 00m. 00s	00h. 01m. 28s	Ver
2002	Rocio Gutierrez	0	0	00h. 00m. 00s	00h. 00m. 00s	Ver
2003	Felicidad Navas	0	0	00h. 00m. 00s	00h. 00m. 00s	Ver
2004	Fernando Sarzosa	34	62	00h. 22m. 26s	00h. 24m. 07s	Ver
2005	Irina Miranda	0	0	00h. 00m. 00s	00h. 00m. 00s	Ver
2006	Jorge Llamba	4	9	00h. 02m. 32s	00h. 08m. 47s	Ver
2007	Jose Sandoval	5	18	00h. 26m. 50s	02h. 15m. 30s	Ver
2008	Pablo Espinosa	1	11	00h. 00m. 03s	00h. 20m. 12s	Ver
2009	Roberto Navas	0	3	00h. 00m. 00s	00h. 00m. 06s	Ver
2010	Santiago Bonilla	0	12	00h. 00m. 00s	00h. 04m. 10s	Ver
2011	Call Center	62	755	01h. 05m. 27s	10h. 08m. 07s	Ver
2012	Sercopyteg	22	259	00h. 27m. 52s	06h. 57m. 49s	Ver
2013	RRHH	111	265	03h. 14m. 23s	06h. 47m. 38s	Ver

Figura 45. Resumen de llamadas

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Figura 45. Resumen de llamadas

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 45, en la columna “detalles” hay un link que permite el acceso al resumen de los las 10 números más marcados de llamadas entrantes y salientes, como se aprecia en la figura46.

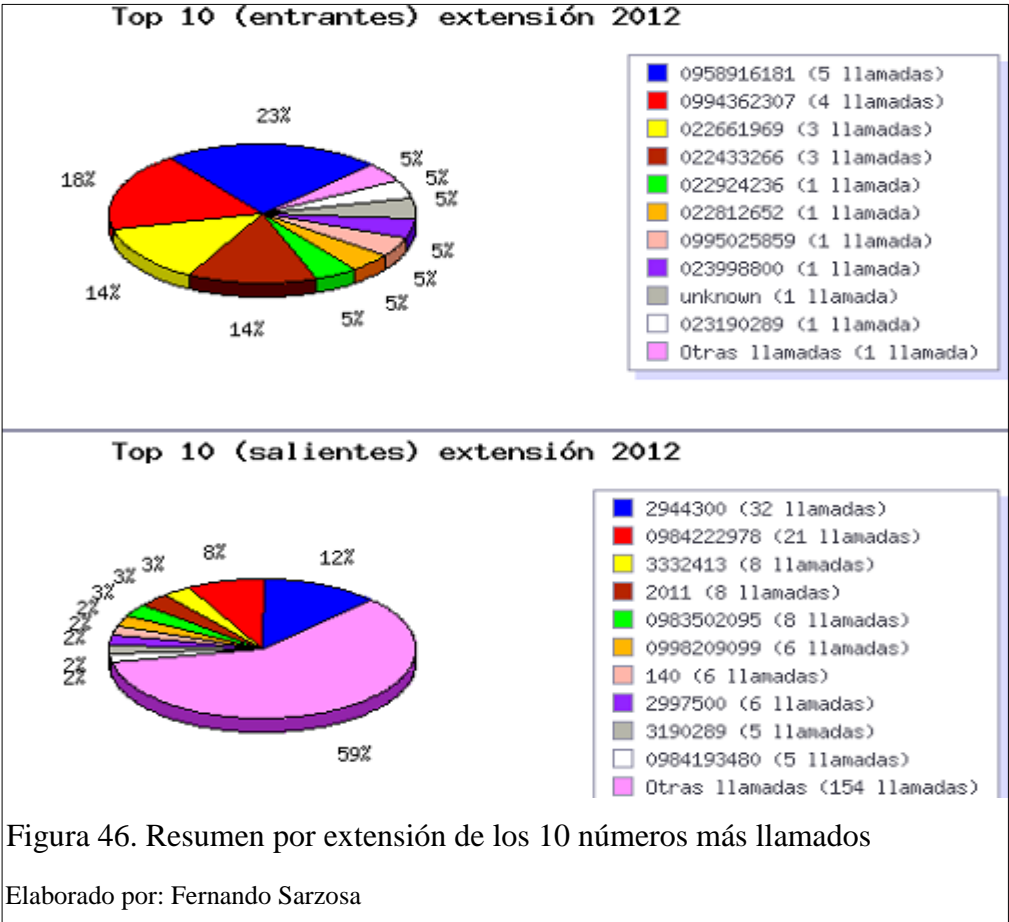


Figura 46. Resumen por extensión de los 10 números más llamados

Elaborado por: Fernando Sarzosa

También se tiene un resumen de las llamadas no contestadas, donde se aprecian las llamadas perdidas en las diferentes extensiones, como se aprecia en la figura 47.

Fecha Inicio: *	01 Feb 2014 00:00	Buscar: Origen		Mostrar	
Fecha Fin: *	28 Feb 2014 23:59				
Exportar Excel PDF Print Primero Anterior (1 - 20 of 111) Siguiente Último 					
Fecha	Origen	Destino	Tiempo desde la ultima llamada	Número de intentos	Estado
28-Feb-2014 18:16:41	022416270	hang	15 día(s) 18 hora(s) 10 minuto(s) 20 segundo(s)	1	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
28-Feb-2014 12:44:21	unknown	hang	15 día(s) 23 hora(s) 42 minuto(s) 39 segundo(s)	14	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
28-Feb-2014 10:14:34	0984516178	hang	16 día(s) 2 hora(s) 12 minuto(s) 27 segundo(s)	3	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
27-Feb-2014 15:27:28	2000	3953300	16 día(s) 20 hora(s) 59 minuto(s) 33 segundo(s)	1	NO CONTESTADA
27-Feb-2014 14:14:55	0987108015	hang	16 día(s) 22 hora(s) 12 minuto(s) 5 segundo(s)	1	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
27-Feb-2014 13:08:46	2011	0967555039	16 día(s) 23 hora(s) 18 minuto(s) 14 segundo(s)	1	NO CONTESTADA
27-Feb-2014 09:44:42	2000	2011	17 día(s) 2 hora(s) 42 minuto(s) 18 segundo(s)	1	NO CONTESTADA
26-Feb-2014 15:17:39	2000	3332413	17 día(s) 21 hora(s) 9 minuto(s) 21 segundo(s)	1	NO CONTESTADA
26-Feb-2014 15:09:31	2000	3802920	17 día(s) 21 hora(s) 17 minuto(s) 30 segundo(s)	10	NO CONTESTADA
26-Feb-2014 14:58:25	2012	3802920	17 día(s) 21 hora(s) 28 minuto(s) 36 segundo(s)	2	NO CONTESTADA
26-Feb-2014 10:17:52	022433266	hang	18 día(s) 2 hora(s) 9 minuto(s) 9 segundo(s)	1	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
26-Feb-2014 08:12:10	022242242	hang	18 día(s) 4 hora(s) 14 minuto(s) 50 segundo(s)	1	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
25-Feb-2014 17:35:14	022908374	2013	18 día(s) 18 hora(s) 51 minuto(s) 46 segundo(s)	1	NO CONTESTADA
25-Feb-2014 15:22:48	2011	2000	18 día(s) 21 hora(s) 4 minuto(s) 12 segundo(s)	1	NO CONTESTADA
25-Feb-2014 15:22:04	2000	2010	18 día(s) 21 hora(s) 4 minuto(s) 57 segundo(s)	4	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
25-Feb-2014 12:48:04	023954700	hang	18 día(s) 23 hora(s) 38 minuto(s) 57 segundo(s)	1	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ
25-Feb-2014 10:23:38	6047682	hang	19 día(s) 2 hora(s) 3 minuto(s) 22 segundo(s)	1	NO CONTESTADA - BUZÓN DE VOZ

Figura 47. Resumen de llamadas no contestadas

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Figura 47. Resumen de llamadas no contestadas

Elaborado por: Fernando Sarzosa

4.1.3.2 Monitoreo Pandora.

El aplicativo Elastix 2.4 no da alertas de: uso de canales, procesador, memoria o cualquier otro módulo que necesite monitoreo. Para realizar este monitoreo se utilizó Pandora FMS, el cual entrega alertas por medio de correo electrónico y posee un historial de los módulos que se monitorean cada cierto intervalo de tiempo (donde este lapso se puede configurar por cada módulo y equipo monitoreado). La figura 48 muestra el monitoreo de Pandora.

Agente	Descripción	SO	Intervalo	Grupo	Módulos	Estado	Alertas	Último contacto	R
3CXSERVER-PC	Created by localhost.localdomain		5 minutos		7 : 7			1 minutos 06 segundos	
centos65	Created by localhost.localdomain		5 minutos		10 : 1 : 9			2 minutos 31 segundos	
centos66	Created by localhost.localdomain		5 minutos		10 : 2 : 8			21 segundos	
centos67	Created by localhost.localdomain		5 minutos		10 : 8 : 2			8 días	
DISEÑO-PC	Created by localhost.localdomain		5 minutos		9 : 9			9 días	
elas.samasat.com.ec	Created by localhost.localdomain		5 minutos		11 : 11			3 minutos 56 segundos	
Elastix2.4	Created by localhost.localdomain		5 minutos		10 : 8 : 2			10 días	
FISH-PC	Created by localhost.localdomain		5 minutos		11 : 11			2 días	
JORGE-PC	Created by localhost.localdomain		5 minutos		10 : 10			9 días	
localhost.localdomain	Created by localhost.localdomain		1 minutos		17 : 1 : 15			11 segundos	
pandroid_fishkdo	Created by localhost.localdomain		5 minutos		17 : 17			2 meses	

Figura 48. Máquinas monitoreadas por Pandora

Elaborado por: Fernando Sarzosa

En la figura 49 se puede ver los módulos que se encuentran configurados en Elastix para que sean monitoreados por Pandora, entre ellos está “Actividad de Canal SIP” el que permite monitorear el uso de los canales en horas no permitidas.

Tipo	Nombre módulo	Descripción	Estado	Advertencia	Datos	Gráfico	Último contacto
	/dev/hda1	% of usage in this volume		N/A - N/A	13		1 minutos 52 segundos
	/dev/mapper/VolGroup00-LogVol0...	% of usage in this volume		N/A - N/A	9		1 minutos 53 segundos
	Actividad de Canales Sip Regis...	Uso de canales SIP		N/A - 60/3	2		1 minutos 52 segundos
	Cache mem free	Free cache memory in MB		600/500 - 499/100	651 MB		1 minutos 53 segundos
	cpu_user	User CPU Usage (%)		90/70 - 100/91	0 %		1 minutos 53 segundos
	Cron task files	Number of cron task files		N/A - N/A	6		1 minutos 53 segundos
	LastLogin	Monitor last user login		N/A - N/A	reboot sys		1 minutos 53 segundos
	Load Average	Average process in CPU (Last minute)		N/A - N/A	0.3		1 minutos 53 segundos

Figura 49. Módulos monitoreados en Elastix

Elaborado por: Fernando Sarzosa



El módulo se encuentra configurado de tal manera que envía un correo electrónico advirtiéndolo el uso de un canal fuera del horario laboral, como se aprecia en la figura 50.

4.1.4 Sistema de bloqueo.

El sistema Fail2Ban envía un correo electrónico indicando la dirección IP que ha sido bloqueada y el servicio que ha emitido la alerta. En la figura 51 se puede apreciar que ha sido bloqueada la IP 186.65.34.48 después de 5 intentos incorrectos de autenticación sobre el servicio Asterisk.



4.2 Necesidades cubiertas para la empresa

Al finalizar la instalación y configuración de la central telefónica basada en Elastix, el sistema se adapta a las necesidades propias de la empresa SAMASAT, como son:

- Llamadas simultáneas a través de la red de datos entre extensiones tanto de la sucursal como de la matriz sin salir a la PSTN.
- Sistema de contestación automático (IVR), el cual emite un mensaje de voz y permite dirigir las llamadas entrantes a los diferentes departamentos o a la operadora.
- Grabación de llamadas, se cuenta con la posibilidad de grabar llamadas por extensión, esta opción es útil para el personal de ventas los cuales tendrán un respaldo de la conversación y ventas realizadas.
- Extensiones individuales, cada colaborador posee un computador personal con un número de extensión que lo identifica de los demás colaboradores para comunicarse por la red.
- Sistema detallado de registro de llamadas, lo que permite conocer si algún empleado está utilizando las líneas telefónicas para realizar llamadas indebidas.

4.3 Evaluación financiera

4.3.1 Inversión del proyecto.

Para la implementación de la central telefónica se destinará una inversión inicial de \$2210.00 (dos mil doscientos diez dólares americanos), la misma que abarca la remuneración del recurso humano y la compra del recurso tecnológico que se detalla a en la tabla 21.

Tabla 21. Inversión del proyecto

Recursos	Cantidad	Valor total
R. Humano		
Colaborador	1	700.00
R. Tecnológico		
Gateway FXO	1	400.00
Gateway E1	1	1,000.00
Gateway FXS	1	50.00
Teléfono IP	1	60.00
Total		2,210.00

Elaborado por: Fernando Sarzosa

4.3.2 Gastos operacionales antes de la implementación.

Para la determinación de los gastos operacionales se tomó como referencia la cuenta contable, según la tabla 22, a la cual se va afectar que es “Telecomunicaciones”, la misma que engloba los gastos por consumo de Internet y telefonía fija. Los datos fueron proporcionados por el departamento contable de la empresa SAMASAT.

Tabla 22. Cuenta contable

Código Contable	Nombre de la Cuenta
6.5.4	Gastos Telecomunicaciones
6.5.4.1	Gastos Internet
6.5.4.2	Gastos Telefonía Fija

Elaborado por: Fernando Sarzosa

La empresa cuenta con 9 colaboradores en la ciudad de Quito y 7 en la ciudad de Loja, con un total de 16 personas, las cuales cuentan con dos líneas telefónicas fijas en la matriz y una línea en la sucursal. Adicionalmente, el servicio de Internet que posee SAMASAT es de 6 Megas de bajada y 2 Megas de subida para cada lugar.

El departamento contable de la empresa facilitó la siguiente información que reposa en sus registros y corresponde al consumo mensual de Internet y telefonía fija que se generó en el año 2013 tanto en la matriz como en la sucursal. (Los datos son valores aproximados) y se aprecian en las tablas 23 y 24.

Tabla 23. Gastos de telecomunicaciones Quito - 2013

Mes	Internet (en \$)	Telefonía (en \$)
Enero	112.89	81.00
Febrero	112.89	81.00
Marzo	112.89	81.00
Abril	112.89	81.00
Mayo	112.89	81.00
Junio	112.89	81.00
Julio	112.89	81.00
Agosto	112.89	81.00
Septiembre	112.89	81.00
Octubre	112.89	81.00
Noviembre	112.89	81.00
Diciembre	112.89	81.00
Sub Total	1,354.68	972.00
Total Gastos Telecomunicaciones (en \$)		2,326.68

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Tabla 24. Gastos de telecomunicaciones Loja - 2013

Mes	Internet (en \$)	Telefonía (en \$)
Enero	112.89	31.50
Febrero	112.89	31.50
Marzo	112.89	31.50
Abril	112.89	31.50
Mayo	112.89	31.50
Junio	112.89	31.50
Julio	112.89	31.50
Agosto	112.89	31.50
Septiembre	112.89	31.50
Octubre	112.89	31.50
Noviembre	112.89	31.50
Diciembre	112.89	31.50
	1,354.68	378.00
Total Gastos Telecomunicaciones (en \$)		1732.68

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Se obtuvo el total de los valores por gastos de telecomunicaciones incurridos en el año 2013 que fueron proporcionados por el departamento contable. En la tabla 25 se muestra el detalle por ciudad y el porcentaje que cada uno representa en el año 2013:

Tabla 25. Porcentaje de gastos año 2013

Gastos telecomunicaciones	Quito (en \$)	Loja (en \$)	Total (en \$)	Porcentaje (en %)
Internet	1,354.68	1,354.68	2,709.36	67
Telefonía	972.00	378.68	1,350.68	33
Total gastos telecomunicaciones			4,060.04	100

Elaborado por: Fernando Sarzosa

4.3.3 Gastos operacionales después de la implementación.

Al contar con una central telefónica basada en protocolos de Internet se elimina la utilización de las líneas fijas para la comunicación interna, lo que da como resultado menos gastos para la empresa, que es un punto favorable para su crecimiento y desarrollo.

En el transcurso de la implementación se adquirió un conjunto de 15 líneas telefónicas, asociadas a un número único, para el uso de la empresa tanto en Quito como en Loja, para mejorar la comunicación entre matriz, sucursal, clientes y demás, logrando utilizar de mejor manera el recurso del Internet. El canal de las líneas telefónicas es subcontratado a la empresa DatoDigital, la cual entrega este servicio a un valor reducido por ser socio estratégico de SAMASAT.

En base a los datos proporcionados por el departamento contable, la tabla 26 y 27 muestra una proyección del consumo mensual aproximado por Gastos de Telecomunicaciones para el año 2014 de cada ciudad, teniendo en cuenta que se ocupará la línea telefónica inicial junto con las adicionales del E1.

Tabla 26. Proyección gastos Quito - 2014

Mes	Internet (en \$)	Telefonía (en \$)
Enero	112.89	35.00
Febrero	112.89	35.00
Marzo	112.89	35.00
Abril	112.89	35.00
Mayo	112.89	35.00
Junio	112.89	35.00
Julio	112.89	35.00
Agosto	112.89	35.00
Septiembre	112.89	35.00
Octubre	112.89	35.00
Noviembre	112.89	35.00
Diciembre	112.89	35.00
Sub Total	1,354.68	420.00
Total Gastos Telecomunicaciones (en \$)		1774.68

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Tabla 27. Proyección gastos Loja - 2014

Mes	Internet (en \$)	Telefonía (en \$)
Enero	112.89	0.00
Febrero	112.89	0.00
Marzo	112.89	0.00
Abril	112.89	0.00
Mayo	112.89	0.00
Junio	112.89	0.00
Julio	112.89	0.00
Agosto	112.89	0.00
Septiembre	112.89	0.00
Octubre	112.89	0.00
Noviembre	112.89	0.00
Diciembre	112.89	0.00
Sub Total	1,354.68	0.00
Total Gastos Telecomunicaciones (en \$)		1,354.68

Elaborado por: Fernando Sarzosa

4.3.4 Análisis comparativo de gastos.

Uno de los beneficios que se busca con la implementación de la central telefónica es reducir el valor de los gastos de telecomunicaciones para el año 2014 y como se indica en la tabla 28, la puesta en marcha del proyecto equivale a una disminución de \$930,68, lo que representa un ahorro del casi 23% con relación al año 2014.

Tabla 28. Porcentaje de ahorro

Cuenta	2013	Porcentaje	2014	Porcentaje
Internet	2,709.36	67%	2,709.36	87%
Telefonía	1,350.68	33%	420.00	13%
Total	4,060.04	100%	3,129.36	100%

Elaborado por: Fernando Sarzosa

4.3.5 Presupuesto.

Para la puesta en marcha de este proyecto se plantea el siguiente presupuesto, tabla 29, que pretende una recuperación de la inversión al finalizar el tercer año. Se tomaron en cuenta los siguientes datos para el cálculo correspondiente:

- Se proyecta un incremento por año del 10% en la remuneración del personal que interviene en la implementación.
- La compra de los equipos y demás recursos tecnológicos se lo realizará únicamente en la adquisición inicial.
- Los gastos administrativos se mantienen fijos para cada año por trabajar con datos aproximados proporcionados por el departamento contable de la empresa.

Tabla 29. Presupuesto para la implementación

Partida	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Año 1	Año 2	Año 3
A. Personal						
A.1 Colaborador	700.00	12	8,400.00	9,240.00	10,164.0	11,180.40
Total			8,400.00	9,240.00	10,164.0	11,180.40
B. Inversiones						
B.1 Gateway FXO	400.00	1	400.00	0.00	0.00	0.00
B.2 Gateway E1	1,000.00	1	1,000.00	0.00	0.00	0.00
B.3 Gateway FXS	50.00	1	50.00	0.00	0.00	0.00
Teléfono IP	60.00	1	60.00	0.00	0.00	0.00
Total			1,510.00	0.00	0.00	0.00
C. Gastos Administrativos						
C.1 Energía eléctrica	1.56	12	18.72	18.72	18.72	18.72
C.2 Telefonía fija	35.00	12	420.00	420.00	420.00	420.00
C.3 Internet	225.78	12	2,709.36	2,709.36	2,709.36	2,709.36
Total			4,078.76	3,148.08	3,148.08	3,148.08
TOTAL GASTOS DEL PROYECTO			13,058.08	12,388.08	13,312.08	14,328.48

Elaborado por: Fernando Sarzosa

4.3.6 Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

La Tasa de Rendimiento Mínimo Aceptable para los inversionistas de un proyecto está relacionada con la tasa de oportunidad a la cual se podrían aplicar los recursos en otras alternativas de inversión, se denomina también la Tasa de Descuento del proyecto.

Fórmula:

$$TMAR = Tasa\ de\ Inflación + Riesgo\ País$$

Fuente: (Currea, 2005)

Con los datos obtenidos de la página (Banco Central del Ecuador, 2013), se realiza el cálculo de la TMAR de la siguiente manera

Tasa de Inflación = 2.92%

Riesgo país = 5.65%

$$TMAR = 2.92\% + 5.65\%$$

$$TMAR = 8.57\%$$

4.3.7 Valor actual neto (VAN).

El Valor Actual Neto (VAN), es el valor en efectivo que nos arroja el proyecto, luego de haber entregado una rentabilidad igual a la Tasa de Rendimiento Mínimo Aceptable.

Fórmula:

$$VAN = -I + \frac{R[1 - (1 + i)^{-n}]}{i}$$

Fuente: (Curra, 2005)

Dónde:

I = Inversión Inicial

R = Renta Fija

i = Tasa de interés

n = Períodos

Para el cálculo del VAN se tomaron como referencia los siguientes datos:

I = \$ 1,510.00

R = \$ 930.38 (Ahorro después de la implementación)

i = 8.57% (valor obtenido del cálculo de la TMAR)

n = 3 años

$$VAN = -1510 + \frac{930.68[1 - (1 + 0.0857)^{-3}]}{0.0857}$$

$$VAN = 863.99$$

Como resultado se puede afirmar que al ser el VAN mayor a 0 el proyecto es aceptable.

4.3.8 Tasa interna de retorno (TIR).

La TIR, es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, o es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión.

Fórmula:

$$TIR = R1 + (R2 - R1) * \frac{VAN1}{VAN1 - VAN2}$$

Fuente: (Currea, 2005)

R = Tasa de interés

VAN = Valor Actual Neto

Para realizar el cálculo de la TIR primero se debe conseguir una tasa de interés que vuelva 0 al VAN aplicando la siguiente fórmula:

$$VAN = -I + \frac{R[(1 + i1)^n(1 + i2)^{-n} - 1]}{i1 - i2} \approx 0$$

Fuente: (Currea, 2005)

Dónde:

I = Inversión Inicial

R = Renta Fija

i1 = Tasa de interés inicial

i2 = Tasa de interés interpolada

n = Períodos

A continuación se aplican los siguientes datos en la fórmula presentada:

I = \$ 1,1510.00

R = \$ 930.38 (Ahorro después de la implementación)

i = 8.57% (valor obtenido del cálculo de la TMAR)

i2 = X

$n = 3$ años

$$VAN = -1510 + \frac{930.68[(1 + 0.0857)^3(1 + i)^{-3} - 1]}{0.0857 - i} \approx 0$$

Se procede a realizar la interpolación de la tasa de interés hasta conseguir que el VAN se vuelva 0, En la tabla 30 se indican los valores utilizados para encontrar el intervalo en el que el Van se convierte en cero.

Tabla 30. Interpolación de tasa de interés

I	f (i)
0.20	602.19
0.30	303.13
0.40	70.10
0.45	-27.72

Elaborado por: Fernando Sarzosa

Para establecer la interpolación de la tasa buscamos los valores más próximos que están en el rango de 40% a 45%, como se aprecia en la tabla 31.

Tabla 31. VAN igual a cero

0.40	70.10
X	0
0.45	-27.72

Elaborado por Fernando Sarzosa:

Finalmente, se encuentra el valor de la tasa que vuelve cero al VAN, calculado mediante hoja de cálculo, que es igual a $0,43526 = 43,526\%$

$$VAN = -1510 + \frac{930.68[(1 + 0.0857)^3(1 + 0.43526)^{-3} - 1]}{0.0857 - 0.43526} \approx 0$$

$$VAN \approx 0.00$$

Después de haber igualado el VAN a 0 se aplica la fórmula con los datos obtenidos:

$$R1 = 0.0857$$

$$R2 = 0.43526$$

$$VAN1 = 863.99$$

$$VAN2 = 0$$

$$TIR = 0.0857 + (0.43526 - 0.0857) * \frac{1510}{1510 - 0}$$

$$TIR = 0.43526 = 43.526\%$$

Se hace la comparación entre la TIR y la TMAR

$$TIR = 43.526\%$$

$$TMAR = 8.57\%$$

$$TIR > TMAR$$

$$43.526\% > 8.57\%$$

Del resultado anterior se puede afirmar que al ser la TIR mayor a la TMAR, el proyecto es aceptable para ser implementado en una PYME.

Período de recuperación de la inversión (PRI)

El período de recuperación de la inversión, es el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial y mide el tiempo en el que se recupera la inversión o el tiempo en que se recupera la inversión más el costo de capital involucrado.

A continuación, en la tabla 32, se muestra el tiempo en el cual se recuperará la inversión:

Tabla 32. Recuperación de inversión

	AÑO 0	TOTAL	PRI
INVERSION INICIAL	1,510.00	1,510.00	
DISMINUCIÓN DE GASTOS			
AÑO 1		930.68	
Mes 1	77.56		
Mes 2	77.56		
Mes 3	77.56		
Mes 4	77.56		
Mes 5	77.56		
Mes 6	77.56		
Mes 7	77.56		
Mes 8	77.56		
Mes 9	77.56		
Mes 10	77.56		
Mes 11	77.56		
Mes 12	77.56		
AÑO 2		930.68	
Mes 13	77.56		
Mes 14	77.56		
Mes 15	77.56		
Mes 16	77.56		
Mes 17	77.56		
Mes 18	77.56		
Mes 19	77.56		
Mes 20	77.56		1,551.13
Mes 21	77.56		
Mes 22	77.56		
Mes 23	77.56		
Mes 24	77.56		
AÑO 3		930.68	
Mes 25	77.56		
Mes 26	77.56		
Mes 27	77.56		
Mes 28	77.56		
Mes 29	77.56		
Mes 30	77.56		
Mes 31	77.56		
Mes 32	77.56		
Mes 33	77.56		
Mes 34	77.56		
Mes 35	77.56		
Mes 36	77.56		

Elaborado por: Fernando Sarzosa

PRI = 20 Meses

Se puede afirmar que se recuperará la inversión en el mes 20 (al año ocho meses) luego de entrar en funcionamiento el sistema.

CONCLUSIONES

Luego de la implementación de la central telefónica basada en protocolos de Internet utilizando Elastix como servidor de comunicaciones unificada en la empresa SAMASAT se puede concluir lo siguiente:

- La red de datos de la empresa SAMASAT actualmente evidencia un trabajo adecuado tanto de las aplicaciones de datos como de la central telefónica, clientes en softphone y teléfonos IP.
- Al comparar las diferentes centrales telefónicas se estableció que para una PYME, es una buena opción utilizar Elastix como centro de comunicaciones unificado, por sus amplias características y su bajo costo de inversión inicial.
- Se instaló Elastix en una máquina virtual, dándole los recursos necesarios para su funcionamiento, donde la central telefónica mostró un buen funcionamiento y se comporta de similar manera como si se hubiera instalado sobre un servidor físico.
- Se ha conseguido utilizar de mejor manera los recursos del servidor físico al instalar Elastix en una máquina virtual, conjuntamente con otras máquinas virtuales, como la de Pandora FMS que permite el monitoreo de la red.
- Al instalar Elastix en una máquina virtual se ha verificado por medio de las pruebas realizadas que se mantiene el rendimiento de ésta, al igual que las otras máquinas virtual independientemente de la carga de trabajo
- Elastix integra las líneas previas a la implementación telefónicas junto con las líneas del E1, brindando mayor disponibilidad de llamadas tanto a usuarios internos como externos de la empresa.
- Nuevos servicios de comunicaciones unificadas fueron integrados al configurar Elastix, equipos terminales y equipos intermediarios.

- Disponer de un sistema de monitoreo permite obtener un histórico de llamadas telefónicas, el total de llamadas, números marcados y llamadas sin contestar.
- Disponer de un sistema de monitoreo permite llevar un control y un registro de las llamadas, para de esta manera conocer y solucionar posibles irregularidades en las llamadas realizadas.
- El análisis financiero determina que la implementación es rentable luego de un periodo de 20 meses, teniendo en cuenta que la central no es ni la fuente de ingresos ni el giro de negocio de la empresa.

RECOMENDACIONES

Una vez concluida la implementación de la central telefónica basada en protocolos de Internet utilizando Elastix como servidor de comunicaciones unificada en la empresa SAMASAT se recomienda:

- Ya que existe la posibilidad de que los usuarios realicen llamadas permitidas en forma desmesurada, se debería llevar un control mensual de las llamadas realizadas para evitar sorpresas al momento de realizar el pago del consumo telefónico.
- Se deben realizar copias de seguridad, de manera periódica o cada vez que se realice un cambio, de los sistemas y tenerlos siempre en un repositorio de fácil y rápido acceso para poder restaurarlos ágilmente en caso de algún percance.
- Es una buena práctica comprobar y restaurar las copias de seguridad en otro ambiente, ya que en ocasiones alguna copia puede presentar algún tipo de error y por ende el respaldo no serviría.
- Se podría tener configurado Elastix de forma redundante, para tener un sistema de alta disponibilidad y reducir el tiempo de inactividad en caso de falla.
- Se recomienda considerar la tecnología WebRTC, como un remplazo de los softphone en los clientes que utilizan Zoiper en GNU/Linux y necesitan video llamada.

LISTA DE REFERENCIAS

- ALBEDO TELECOM. (2010). *ALBEDO TELECOM*. Recuperado el 1 de febrero de 2014, de <http://www.albedotelecom.com/src/lib/WP-E1-test.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2013). *Banco Central del Ecuador*. Recuperado el 31 de enero de 2013, de http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php
- Currea, G. B. (2005). *Ingeniería Económica*. Bogotá: FEF.
- Dueñas, J. B. (15 de junio de 2013). *Alcance Libre*. Recuperado el 03 de enero de 2014, de <http://www.alcancelibre.org/staticpages/index.php/como-postfix-tls-y-auth>
- Dynamicsoft. (junio de 2002). *IETF*. Recuperado el 13 de noviembre de 2013, de <http://tools.ietf.org/html/rfc3261>
- Elastix. (01 de enero de 2014). *elastix.org*. Recuperado el 06 de junio de 2014, de http://www.elastix.org/images/documentation/elx-a-flyer_esp.pdf
- Elastix Wiki. (2013). *Elastix Wiki*. Recuperado el 14 de diciembre de 2013, de http://elastix.wikia.com/wiki/Fail2Ban_installation
- Elastixtech. (2013). *elastixtech*. Recuperado el 17 de noviembre de 2013, de <http://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/interconexion-a-la-pstn/>
- Frisbie, P. (2014). *hawksoft*. Recuperado el 6 de enero de 2014, de <http://hawksoft.com/hawkvoice/codecs.shtml>
- GNU. (24 de noviembre de 2013). *GNU*. Recuperado el 31 de octubre de 2013, de <http://www.gnu.org/philosophy/categories.html>
- IEEE. (2013). *IEEE Global History Network*. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Antonio_Meucci
- Intel. (2014). *INTEL*. Recuperado el 01 de diciembre de 2013, de <https://www-ssl.intel.com/content/www/us/en/forms/passwordwin.html>
- Landivar, E. (2009). *Comunicaciones Unificadas con Elastix*. Guayaquil.
- Linux-KVM. (2013). *Linux-KVM*. Recuperado el 12 de febrero de 2014, de http://www.linux-kvm.org/page/Tuning_KVM
- López, M., Huedo, E., & Garbajosa, J. (2013). Recuperado el 23 de noviembre de 2013, de http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT19_green_IT_tecnologias_eficiencia_energetica_sistemas_TI.pdf

- Microsoft. (2012). *Microsoft, Centro de Seguridad y protección*. Recuperado el 13 de diciembre de 2013, de <http://windows.microsoft.com/es-es/windows-vista/tips-for-creating-a-strong-password>
- Microsoft. (2014). *Windows Support*. Recuperado el 05 de enero de 2014, de <http://windows.microsoft.com/en-us/windows/codecs-frequently-asked-questions#codecs-frequently-asked-questions=windows-7>
- Middelkoop, J. (27 de mayo de 2011). *Ubuntu Documentation*. Recuperado el 20 de febrero de 2013, de <https://help.ubuntu.com/community/SoftPhone>
- Palo Santo. (2014). *elastix.org*. Recuperado el 01 de marzo de 2014, de http://elastix.org/images/ehcp/guides/sangoma-vega-400-el11_gateway_setupguide.pdf
- Pandora FMS. (21 de octubre de 2013). *Pandora FMS 5.0 Manual de uso y administracion*. Recuperado el 20 de diciembre de 2013, de http://hivelocity.dl.sourceforge.net/project/pandora/Pandora%20FMS%205.0/Final/Documentation/PandoraFMS_5.0_Manual_ES.pdf
- PandoraFMS. (21 de mayo de 2012). *Wiki Pandora*. Recuperado el 01 de enero de 2014, de http://wiki.pandorafms.com/index.php?title=Pandora:Configuracion_alertas_emails
- Proxmox. (08 de marzo de 2014). *Proxmox*. Recuperado el 12 de febrero de 2014, de http://pve.proxmox.com/wiki/Dynamic_Memory_Management
- Rojano, E. (15 de julio de 2013). *Sinologic*. Recuperado el 2 de enero de 2014, de <http://www.sinologic.net/blog/2013-07/6-softphones-recomendados-para-android.html>
- Samasat. (2010). *Samasat*. Recuperado el 11 de noviembre de 2013, de <http://samasatsa.com/nosotros/mision-y-vision/>
- SirLouen. (11 de mayo de 2012). *Wiki de Asterisk*. Recuperado el 16 de febrero de 2014, de http://www.wikiasterisk.com/images/a/a2/Triangulo_compromiso.png
- The Apache Software Foundation. (2012). *The Apache Software Foundation*. Recuperado el 13 de diciembre de 2013, de <http://httpd.apache.org/docs/2.0/es/en/howto/auth.html>

Uniersidad Tecnologica de Tula. (20 de abril de 2012). Recuperado el 2013 de noviembre de 10, de

http://www.uttt.edu.mx/NoticiasTecnologicas/PDFs/Abril_20-04-2012.pdf

Unión internacional de telecomunicaciones. (1996). *UIT*. Recuperado el 17 de febrero de 2014, de https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-P.800-199608-I!!PDF-S&type=items

Wikiasterisk. (07 de junio de 2012). *Wikiasterisk*. Recuperado el 6 de enero de 2014, de http://www.wikiasterisk.com/index.php/Codecs_y_Formatos

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Android: Sistema operativo desarrollado para dispositivos móviles.

Campaña: Actividad que involucra usuarios, colas, clientes y fechas.

CNT: Corporación Nacional de Telecomunicaciones, empresa pública ecuatoriana.

Cola (Elastix): Sistema de distribución de llamadas automático.

Consola: Interfaz de línea de comandos, la cual permite dar instrucciones al sistema operativo por líneas de texto.

CSV: Es un tipo de documento de texto plano, que permite representar datos en forma de tabla.

Gateway: Es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes.

iOS: Sistema operativo para móviles desarrollado por Apple.

ISO: Es un archivo donde se guarda una copia exacta de un sistema, por lo general un disco compacto (CD).

LOG: Registro de eventos en un tiempo determinado.

RAID: Conjunto redundante de discos independientes por sus siglas en inglés.

Root: Es el nombre de usuario que posee todos los permisos en GNU/Linux, conocido también como súper usuario.

Anexo 1. Central para 4 llamadas concurrentes

Resultados de Pruebas de Dimensionamiento del microUCS

Especificaciones del Appliance:

- CPU: 400 MHZ
- RAM: 256 MB
- HDD: 8 GB flash

Versión Elastix:

Elastix 2.4 Lite - 32bits



Escenario:

El servidor microUCS fue inundado gradualmente con llamadas SIP. Además de las modificaciones necesarias a los archivos SIP y del dialplan, las configuraciones del Elastix fueron todas por defecto; no se realizaron grabaciones, los servicios de Mensajería Instantánea y de Call Center nunca fueron activados y no se hizo transcodificación en ningún momento.

Se midió que la voz sea clara, sin retrasos o interrupciones de ningún tipo.

Resultados:

El promedio de utilización de CPU del proceso Asterisk considerado seguro en este escenario básico es por debajo del 30%

Teniendo este umbral, el microUCS ha sido probado para soportar de manera segura hasta **4 llamadas concurrentes**.



Resultados de Pruebas de Dimensionamiento del miniUCS

Especificaciones del Appliance:

- CPU: 1.1 GHZ
- RAM: 1 GB
- HDD: 16 GB flash

Versión Elastix:

Elastix 2.4 - 32bits



Escenario:

El servidor miniUCS fue inundado gradualmente con llamadas SIP. Además de las modificaciones necesarias a los archivos SIP y del dialplan, las configuraciones del Elastix fueron todas por defecto; no se realizaron grabaciones, los servicios de Mensajería Instantánea y de Call Center nunca fueron activados y no se hizo transcodificación en ningún momento.

Se midió que la voz sea clara, sin retrasos o interrupciones de ningún tipo.

Resultados:

El promedio de utilización de CPU del proceso Asterisk considerado seguro en este escenario básico es por debajo del 30%

Teniendo este umbral, el miniUCS ha sido probado para soportar de manera segura hasta **32 llamadas concurrentes**.



Anexo 3. Central para 50 llamadas concurrentes

Resultados de Pruebas de Dimensionamiento del ELX025



Especificaciones del Appliance:

CPU: 1.86 GHZ Dual Core
RAM: 2 GB
HDD: 120 GB

Versión Elastix:

Elastix 2.4 - 32bits

Escenario:

El servidor ELX025 fue inundado gradualmente con llamadas SIP. Además de las modificaciones necesarias a los archivos SIP y del dialplan, las configuraciones del Elastix fueron todas por defecto; no se realizaron grabaciones, los servicios de Mensajería Instantánea y de Call Center nunca fueron activados y no se hizo transcodificación en ningún momento.

Se midió que la voz sea clara, sin retrasos o interrupciones de ningún tipo.

Resultados:

El promedio de utilización de CPU del proceso Asterisk considerado seguro en este escenario básico es por debajo del 30%

Teniendo este umbral, el ELX025 ha sido probado para soportar de manera segura hasta **50 llamadas concurrentes**.



Anexo 4. Central para 80 llamadas concurrentes

Resultados de Pruebas de Dimensionamiento del ELX3000



Especificaciones del Appliance:

- CPU: 1.86 GHZ Dual Core
- RAM: 4 GB
- HDD: 500 GB

Versión Elastix:

Elastix 2.4 - 32bits

Escenario:

El servidor ELX3000 fue inundado gradualmente con llamadas SIP. Además de las modificaciones necesarias a los archivos SIP y del dialplan, las configuraciones del Elastix fueron todas por defecto; no se realizaron grabaciones, los servicios de Mensajería Instantánea y de Call Center nunca fueron activados y no se hizo transcodificación en ningún momento.

Se midió que la voz sea clara, sin retrasos o interrupciones de ningún tipo.

Resultados:

El promedio de utilización de CPU del proceso Asterisk considerado seguro en este escenario básico es por debajo del 30%

Teniendo este umbral, el ELX3000 ha sido probado para soportar de manera segura hasta **80 llamadas concurrentes**.



Resultados de Pruebas de Dimensionamiento del ELX5000



Especificaciones del Appliance:

- CPU: 2.2 GHZ Quad Core
- RAM: 4 GB
- HDD: 2 x 500 GB

Versión Elastix:

Elastix 2.4 - 64bits

Escenario:

El servidor ELX5000 fue inundado gradualmente con llamadas SIP. Además de las modificaciones necesarias a los archivos SIP y del dialplan, las configuraciones del Elastix fueron todas por defecto; no se realizaron grabaciones, los servicios de Mensajería Instantánea y de Call Center nunca fueron activados y no se hizo transcodificación en ningún momento.

Se midió que la voz sea clara, sin retrasos o interrupciones de ningún tipo.

Resultados:

El promedio de utilización de CPU del proceso Asterisk considerado seguro en este escenario básico es por debajo del 30%

Teniendo este umbral, el ELX5000 ha sido probado para soportar de manera segura hasta **250 llamadas concurrentes**.

